

LATVIJAS UNIVERSITĀTE  
BIOLOĢIJAS FAKULTĀTE  
CILVĒKA UN DZĪVNIEKU FIZIOLOĢIJAS KATEDRA

DATORTOMOGRĀFISKI NOTEIKTA INTRAABDOMINĀLO  
TAUKAUDU TILPUMA, ANTROPOMETRISKO UN PLAZMAS  
BIOĶĪMISKO PARAMETRU KORELATĪVA IZPĒTE  
PIEAUGUŠIEM, PRAKTISKI VESELIEM CILVĒKIEM

Bakalaura darbs

Autors: Agnese Siksa  
Stud. apl. Nr. as10256  
Darba vadītājs: Maģ. biol. Gita Krieviņa

RĪGA 2013

# Saturs

<b>KOPSAVILKUMS .....</b>	<b>3</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>4</b>
<b>DARBĀ IZMANTOTIE SAĪSINĀJUMI .....</b>	<b>5</b>
<b>1. IEVADS .....</b>	<b>6</b>
<b>2. LITERATŪRAS APSKATS .....</b>	<b>7</b>
2.1. TAUKAUDU FUNKCIJAS .....	8
2.2. ABDOMINĀLO TAUKAUDU KLASIFIKĀCIJA .....	9
2.3. SUBKUTĀNIE UN INTRAABDOMINĀLIE TAUKAUDI, TO STRUKTURĀLĀS UN FUNKCIONĀLĀS ATŠKIRĪBAS .....	10
2.4. ANTROPOMETRISKIE ABDOMINĀLO TAUKAUDU MASAS RĀDĪTĀJI .....	11
2.4.1. <i>Vidukļa apkārtmērs un tā antropometriskās attiecības</i> .....	12
2.4.2. <i>Ķermeņa masas indekss</i> .....	13
2.4.3. <i>Ķermeņa adipozitātes indekss</i> .....	14
2.5. ABDOMINĀLO TAUKAUDU DAUDZUMA IZVĒRTĒŠANA, PIELIETOJOT ATTĒLDIAGNOSTIKU .....	14
2.5.1. <i>Datortomogrāfija</i> .....	15
2.6. LIPIDOGRAMMAS RĀDĪTĀJU SAISTĪBA AR ABDOMINĀLO APTAUKOŠANOS .....	17
<b>3. MATERIĀLI UN METODES .....</b>	<b>20</b>
3.1. IZMEKLĒJAMO PERSONU RAKSTUROJUMS .....	20
3.1.1. <i>Izmeklējamo personu iekļaušanas/izslēgšanas kritēriji</i> .....	20
3.2. ANTROPOMETRISKIE MĒRĪJUMI .....	21
3.3. BIOĶĪMISKO PARAMETRU NOTEIKŠANA .....	22
3.3.1. <i>ZBL/ABL attiecība un Ne-ABL holesterīns</i> .....	23
3.4. DATORTOMOGRĀFIJAS IZMEKLĒJUMS .....	23
3.5. DATORTOMOGRĀFIJAS ATTĒLU APSTĀDE .....	25
3.6. DATORTOMOGRĀFIJAS MĒRĪJUMU PRECIZITĀTES PĀRBAUDE .....	28
3.7. DATU STATISTISKĀ APSTĀDE .....	29
<b>4. REZULTĀTI .....</b>	<b>30</b>
4.1. ABDOMINĀLO TAUKAUDU SEGMENTU TILPUMU MĒRĪŠANAS PROTOKOLS .....	30
4.2. PĒTĀMO PERSONU ANTROPOMETRISKIE UN BIOĶĪMISKIE PARAMETRI .....	32
4.3. ABDOMINĀLO TAUKAUDU SEGMENTĀRAIS IZVIETOJUMS ATKARĪBĀ NO DZIMUMA .....	33
4.4. ABDOMINĀLO TAUKAUDU SEGMENTU SAISTĪBA AR ANTROPOMETRISKAJEM RĀDĪTĀJIEM .....	34
4.5. ABDOMINĀLO TAUKAUDU SEGMENTU SAISTĪBA AR LIPIDOGRAMMAS RĀDĪTĀJIEM .....	35
<b>5. DISKUSIJA .....</b>	<b>38</b>
5.1. ABDOMINĀLO TAUKAUDU SEGMENTĀRA TILPUMA MĒRĪŠANA .....	38
5.2. ABDOMINĀLO TAUKAUDU SEGMENTĀRAIS IZVIETOJUMS ATKARĪBĀ NO DZIMUMA .....	39
5.3. PĒTĀMO PERSONU ANTROPOMETRISKIE UN BIOĶĪMISKIE PARAMETRI .....	40
5.4. ABDOMINĀLO TAUKAUDU SEGMENTU SAISTĪBA AR ANTROPOMETRISKAJEM RĀDĪTĀJIEM .....	41
5.5. ABDOMINĀLO TAUKAUDU SEGMENTU SAISTĪBA AR LIPIDOGRAMMAS RĀDĪTĀJIEM .....	42
<b>6. SECINĀJUMI .....</b>	<b>43</b>
<b>7. PATEICĪBA .....</b>	<b>44</b>
<b>8. LITERATŪRAS SARAKSTS .....</b>	<b>45</b>

## **Kopsavilkums**

Mūsdienās aptaukošanās ir globāla problēma. Jau aptuveni 30 gadus DT attēldiagnostikas metode, izdalot atsevišķus taukaudu segmentus, tiek izmantota abdominālo taukaudu pētījumos. Segmentārs taukaudu dalījums ir būtisks, jo pētījumi liecina, ka dažādas slimības, kas saistītas ar aptaukošanos, ietekmē tieši taukaudu lokalizācija un daudzums organismā.

Darba mērķis bija izvērtēt, vai kāds no noteiktajiem antropometriskajiem vai plazmas bioķīmiskajiem parametriem būtiski korelē ar intraabdominālo taukaudu tilpumu. Rezultāti parādīja, ka pielāgotā DT attēlapstrādes metode ir derīga abdominālo taukaudu segmentu tilpumu noteikšanai un ka tieši TG līmenis asins plazmā būtiski saistās ar intraabdominālo aptaukošanos abiem dzimumiem.

Darbs tika izstrādāts no 2012. gada septembra līdz 2013. gada jūnijam LU Eksperimentālās un klīniskās medicīnas institūtā.

**Atslēgas vārdi:** DT, intraabdominālie taukaudi, antropometriskie parametri, lipido gramma.

## **Summary**

### **Correlative evaluation between intra-abdominal adipose tissue volume estimated by computed tomography, anthropometric and plasma biochemical parameters in adult asymptomatic subjects**

Currently obesity is a global problem. For approximately 30 years CT imaging method by distributing separate adipose tissue segments has been used in studies of abdominal adipose tissue. Adipose tissue segmentation is essential, for it has been shown in researches that various diseases associated with obesity are affected by adipose tissue localization and quantity in body.

The aim of this work was to evaluate if any of the estimated anthropometric or plasma biochemical parameters have significant correlation with intra-abdominal adipose tissue volume. The results showed that adjusted CT imaging method is useful for segmental abdominal tissue volume determination and that TG plasma level strongly correlates with intra-abdominal obesity in both sexes.

The study was accomplished from September 2012 till June 2013 at the Institute of Experimental and Clinical Medicine, University of Latvia.

**Keywords:** CT, intra-abdominal adipose tissue, anthropometric parameters, lipid profile.

## Darbā izmantotie saīsinājumi

ABL – no angļu val. *high-density lipoproteins (HDL)* – augsta blīvuma lipoproteīni

APO A1 – apolipoproteīns A1

DXA – no angļu val. *dual-energy X-ray absorptiometry* – duālas enerģijas X-staru absorbcimetrija

DT – no angļu val. *computed tomography (CT)* – datortomogrāfija

GFĀ – glomerulārās filtrācijas ātrums

HV – no angļu val. *Hounsfield Units (HU)* – Haunsfilda vienības

ĶAI – no angļu val. *body adiposity index (BAI)* – ķermeņa adipozitātes indekss

ĶMI – no angļu val. *body mass index (BMI)* – ķermeņa masas indekss

ĻZBL – no angļu val. *very-low-density lipoproteins (VLDL)* – ļoti zema blīvuma lipoproteīni

MR – no angļu val. *magnetic resonance imaging (MRI)* – magnētiskā rezonanse

Rtg – rentgenstarojums

ZBL – no angļu val. *low-density lipoproteins (LDL)* – zema blīvuma lipoproteīni

VBL – no angļu val. *intermediate-density lipoproteins (IDL)* – vidēja blīvuma lipoproteīni

3D - trīsdimensiju

## 1. IEVADS

Pasaules Veselības organizācija un Nacionālais Veselības institūts (ASV) aptaukošanos definē kā sarežģītus, multifaktoriālus, hroniskus metabolisma traucējumus, kas rodas ģenētisku un vides faktoru mijiedarbības ietekmē un asociējas ar dažādu saslimšanu riskiem. Pasaulē aptaukošanās tiek ierindota piektajā vietā kā nāves cēlonis (Flegal *et al.*, 2012). Līdz ar to pētījumi par lieko svaru un aptaukošanos aizvien ir ļoti aktuāli.

Zinātniskajā literatūrā bieži tiek minēts, ka kardiovaskulāro slimību, metabolā sindroma un II tipa cukura diabēta attīstības risks saistās ar intraabdominālo aptaukošanos (Bosello & Zamboni, 2000). Šajā sakarā rodas jautājums, kā atrast lētas, neinvazīvas un cilvēka organismam nekaitīgas izmeklēšanas metodes, ar kuru palīdzību pētnieks vai medicīnas persona varētu noteikt taukaudu lokalizācijas vietu vēdera rajonā (attiecīgi izšķirt intraabdominālo vai subkutāno aptaukošanos). Šāda mērķa realizēšanai, no vienas puses, precīzas metodes ir MR un DT. Tomēr šo izmeklējumu galvenie trūkumi ir to dārgās izmaksas, kā arī DT gadījumā – kaitīgais rentgenstarojums. No otras puses, pastāv ļoti lētas un vienkārši realizējamas antropometrisko mērījumu un plazmas bioķīmisko rādītāju noteikšanas metodes. Kaut arī antropometriskie mērījumi un plazmas bioķīmiskie rādītāji vairāk ir atvasināti parametri un tieši nenorāda uz aptaukošanās veidu, izmantojot ar objektīvām metodēm noteiktu taukaudu segmentāro izvietojumu un salīdzinot, kā taukaudu daudzums attiecīgi korelē ar antropometriskiem un bioķīmiskiem rādītājiem, būtu iespējams pastarpināti arī izdarīt secinājumus par taukaudu lokalizāciju organismā.

Attiecīgi šī darba mērķis bija noteikt, kurš no antropometriskajiem vai plazmas bioķīmiskajiem parametriem vislabāk raksturo intraabdominālo taukaudu relatīvo daudzumu pieaugušiem, praktiski veselīgiem cilvēkiem. Galvenie darba uzdevumi mērķa sasniegšanai bija:

1. veikt izmeklējamo personu antropometriskos mērījumus, kā arī aprēķināt svara un taukaudu relatīvo daudzumu raksturojošos parametrus – ķermeņa masas un ķermeņa adipozitātes indeksus, vidukļa/gurnu un vidukļa/auguma relatīvās attiecības;
2. izmeklējamām personām veikt DT attēlu analīzi nieru līmenī un noteikt abdominālo taukaudu segmentāros tilpumus;
3. analizēt laboratoriski iegūtos plazmas bioķīmiskos parametrus;
4. korelatīvi izvērtēt izmeklējamo personu antropometriskos parametrus, plazmas bioķīmiskos rādītājus un abdominālo taukaudu tilpumu.

## 2. LITERATŪRAS APSKATS

Vēsturiski korpulence tikusi uzskatīta kā labas veselības pazīme. Taču jau 18. gs. sāka izvērtēt aptaukošanās ietekmi uz dzīves kvalitāti, 19. gs. vidū tā tika traktēta kā "slikta veselība", bet 20. gs. pirmajā desmitgadē apdrošināšanas kompānijas sāka dokumentēt palielinātu nāves gadījumu skaitu, kas bija saistīti tieši ar aptaukošanos. Aptaukošanās problemātika saistās ar tās eksponenciālās izplatības un biežuma pieaugumu pēdējās desmitgadēs. Pasaules Veselības organizācija to atzinusi par globālu epidēmiju un vispasaules sabiedrības veselības krīzi (Eknoyan, 2006), ierindojojot to piektajā vietā kā vispasaules nāves cēloni (Flegal *et al.*, 2012). Kopumā aptaukošanos var raksturot kā hronisku, zemas pakāpes iekaisuma stāvokli, kam raksturīgs paaugstināts plazmas iekaisuma marķieru līmenis (Monteiro & Azevedo, 2010). Visbiežāk aptaukošanās tiek saistīta ar kardiovaskulāro, cerebrovaskulāro slimību un II tipa cukura diabēta attīstību (Misra & Khurana, 2008; van Greevenbroek *et al.*, 2013).

J. Vags (Vague, 1947) izteica pieņēmumu par to, ka aptaukošanās nav viendabīga, un būtiski ir analizēt reģionālo taukaudu lokalizāciju ķermenī, lai precīzāk izprastu saistību starp aptaukošanos un traucējumiem glikozes un lipīdu metabolismā. Pētījumos pierādīts, ka liekie taukaudi, kuri lokalizējas ķermeņa augšējā daļā (centrālie jeb abdominālie), kurus nereti dēvē par „androīdo jeb vīrišķā tipa aptaukošanos”, salīdzinot ar taukaudiem, kuri vairāk lokalizējas ķermeņa apakšējā daļā (gluteo-femorālie jeb perifērie), kurus, savukārt, dēvē par „ginoīdo jeb sievišķā tipa aptaukošanos, daudz biežāk korelē ar palielinātu mirstību un veselības traucējumiem: II tipa cukura diabētu, hiperlipidēmiju, hipertensiju, aterosklerozi (Rodriguez-Hernandez *et al.*, 2013). Tomēr jāatzīmē, ka minētie pētījumi balstās uz antropometriskiem mērījumiem (ādas kroku mērījumiem, vidukļa/gurnu apkārtmēra attiecības noteikšanu, u.c.). Lai gan vidukļa/gurnu attiecība ir vienkārša un ērta metode plašiem pētījumiem, ar kuras palīdzību iespējams noteikt abdominālo taukaudu proporciju, ar to nav iespējams izšķirt intraabdominālo un subkutāno taukaudu uzkrāšanos (Björntorp, 1985). Šādiem pētījumiem nepieciešamas detalizētākas analīzes metodes, piemēram, DT attēldiagnostika. DT attēldiagnostikas gadījumā iespējams salīdzinoši precīzi atšķirt taukaudus no citiem audu tipiem, līdz ar to ļaujot precīzi izmērīt intraabdominālo un subkutāno taukaudu daudzumu. Spēja noteikt abdominālo taukaudu daudzumu dažādos segmentos devusi zinātniekiem pierādījumus tam, ka abdominālās aptaukošanās kaitīgā ietekme uz metabolisma procesiem lielā mērā saistīta tieši ar intraabdominālo taukaudu uzkrāšanos (Wajchenberg, 2000).

## 2.1. Taukaudu funkcijas

Taukaudi ir irdeno saistaudu veids, kuros adipocīti rada ciešas šūnu grupas, kuras apņem labi apasiņotas irdeno saistaudu septas. Šīs septas satur arī daudz nemielinizēto nervu šķiedru un tuklo šūnu (Hirsch, 1984). Turklāt ap adipocītiem ir arī retikulārās šķiedras, kas veido daiviņu stromu. Organisma taukaudus var iedalīt baltajos un brūnajos taukaudos. Brūnie taukaudi pārsvarā sastopami jaundzimušajiem starplāpstiņu zonā, aiz krūšu kaula, gar mugurkaulu un nieres vārtu apvidū. Šie taukaudi veido ap 2-5% no ķermeņa masas. Savukārt lielākie balto taukaudu sakopojumi ir zemādā (vēdera, gūžu, laterālajā augšstilbu rajonā u.c.), taukplēvēs, apzarņos un kapsulās ap nierēm (Ravussin & Galgani, 2011).

Gan baltie, gan arī brūnie taukaudi iesaistīti termoregulācijas (termoizolācijas) procesos. Jāatzīmē, ka brūnie taukaudi ir nepieciešami organisma hipotermijas novēršanai tieši maziem bērniem, jo tie kompensē lielo siltuma zudumu, kas saistīts ar bērna ķermeņa virsmas laukuma un tilpuma samērā lielo attiecību (Muralidhara & Muralidhara, 2011). Baltie taukaudi arī mazina mehānisko trieciena spēku uz orgāniem un ir lipīdu avots enerģētiskām un plastiskām vajadzībām. Turklāt tauku oksidācijas procesā veidojas ogļskābā gāze un ūdens, ko organisms izmanto daudzās vielmaiņas reakcijās.

Taukaudi kalpo kā lielākais enerģijas avots organismam. Tiem ir būtiska loma visa ķermeņa taukskābju homeostāzes regulēšanā. Kaloriju pārpilnības periodos tie uzkrāj brīvās taukskābes, kas esterifikācijas ceļā pārveidojas par glicerīnu triglicerīdu formā. Savukārt enerģijas nepietiekamības gadījumā tās tiek atgrieztas atpakaļ cirkulācijā. Aptaukošanos raksturo pastiprināta taukskābju uzkrāšanās palielinātā taukaudu masā, un to saista ar insulīna rezistences attīstīšanos perifērajos audos (piemēram – skeleta muskuļos, aknās) (Galic *et al.*, 2010).

Svarīga nozīme tauku vielmaiņas regulācijā ir endokrīnajai un nervu sistēmai. Simpātiskās nervu sistēmas nervgaļi, atbrīvojot adrenalīnu, izraisa taukskābju pārvietošanos no taukaudiem asinīs. Tauku noārdīšanos pastiprina arī tiroksīns un dzimumhormoni, turpretī insulīns tauku šūnās veicina TG sintēzi. Jāatzīmē, ka arī pašiem taukaudiem piemīt izteikta endokrīna aktivitāte.

Taukaudi ne tikai atbild uz dažādu hormonālo sistēmu un centrālās nervu sistēmas aferentajiem signāliem, bet arī paši sekretē vielas, kam ir svarīgas endokrīnās funkcijas.

Atkarībā no vielmaiņas stāvokļa taukaudi spēj sintezēt tādas bioloģiski aktīvas vielas, kā dažādus peptīdus, proteīnus, metabolītus, hormonus un citokīnus. Tās kalpo kā eferentie signāli, kas darbojas gan lokālā (autokrīnajā/parakrīnajā), gan sistēmiskā (endokrīnajā) līmenī. Šīs

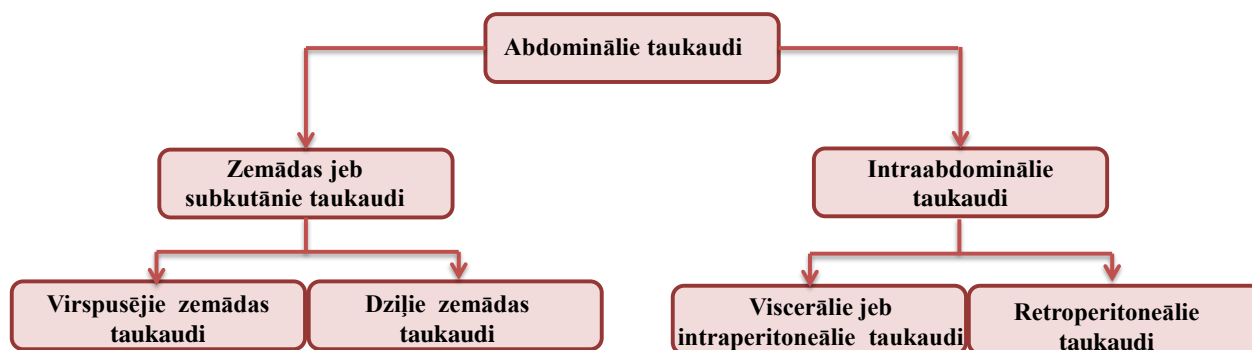
taukaudu sekretētās vielas sauc par adipokīniem (Kershaw & Flier, 2004). Šobrīd ir identificēti vairāk nekā 50 adipokīni (Lago *et al.*, 2007). Zināmākie adipokīni ir leptīns un adiponektīns. Leptīnam ir svarīga loma visa ķermeņa vielmaiņas procesos. Tas stimulē enerģijas patēriņu un kavē barības uzņemšanu, iedarbojoties uz receptoriem hipotalāmā. Leptīns arīdžan piedalās normāla glikozes līmeņa uzturēšanā asinīs. Pēdējos gados aizvien lielāka uzmanība tiek pievērsta leptīna rezistencei, kuras gadījumā minētais adipokīns vairs nespēj dot adekvātus signālus hipotalāmam, un tieši šo mehānismu saista ar aptaukošanās attīstību (Myers *et al.*, 2008). Adiponektīns, savukārt, tiek uzskatīts kā "labais" adipokīns. Adiponektīna sekrēcija aptaukošanās gadījumā samazinās proporcionāli taukaudu masai. Adiponektīns spēj novērst insulīna signalizācijas traucējumus un iesaistās taukskābju oksidācijas procesā (Kawano & Arora, 2009).

Svarīgi atzīmēt, ka bieži vien bioloģiski aktīvās vielas sintezē arī citas taukaudos lokalizētās šūnas: fibroblasti, preadipocīti, makrofāgi, endoteliocīti un gludās muskulatūras miocīti. Minētās šūnas var inducēt citu faktoru sekrēciju taukaudos autokrīnā vai parakrīnā veidā (Gimeno & Klamann, 2005). Pētījumos noskaidrots, ka makrofāgiem ir liela nozīme taukaudu sekretorajā funkcijā un ka tie ir galvenais iekaisuma citokīnu avots. Makrofāgu radīto faktoru palielināšanās aptaukošanās gadījumā veido hronisku zema līmeņa iekaisuma stāvokli, kas tiek saistīts ar insulīna rezistences un diabēta attīstību (Galic *et al.*, 2010.).

## 2.2. Abdominālo taukaudu klasifikācija

DT un MR attēli parāda, ka abdominālos taukaudus iespējams klasificēt, atkarībā no to lokalizācijas ķermenī. Atsaucoties uz 1. attēlā norādīto abdominālo taukaudu klasifikāciju, jāatzīmē, ka tā neattiecas uz DT attēlu analīzi. Virspusējos un dziļos zemādas taukaudus atdala, vadoties pēc virspusējās fascijas (Fascia superficialis). DT attēlos šo fasciju var izšķirt tikai daļēji, tāpēc zemādas taukaudu apakšsegmentācija nav iespējama (Chopra *et al.*, 2011). Intraabdominālo taukaudu tālākas segmentācijas gadījumā arīdžan jāatzīmē, ka, pielietojot DT un MR attēldiagnostikas metodes, nav iespējams noteikt precīzu robežu starp intraperitoneālo un retroperitoneālo taukaudu segmentiem, līdz ar to šis dalījums ir tikai aptuvens, un dažādos pētījumos aprakstīti atšķirīgi segmentācijas protokoli. Šī bakalaura darba izstrādē intraperitoneālie un retroperitoneālie taukaudi tika segmentēti, balstoties uz Čugtai un līdzautoru protokola (Chughtai *et al.*, 2010), kurš tika modificēts atbilstoši konkrētā darba vajadzībām. Kopumā retroperitoneālo taukaudu masa ir salīdzinoši neliela daļa no intraabdominālo taukaudu kopējās masas ( $\approx \frac{1}{4}$  intraperitoneālo taukaudu masas). Rezultāti, kas iegūti, veicot liķu sekcijas,

parāda, ka intraperitoneālo taukaudu masa sastāda 61-71 %, bet retroperitoneālo taukaudu masa 29-33 % intraabdominālo taukaudu kopējās masas (Abate et al., 1994).



**1. attēls.** Abdominālo taukaudu klasifikācija radioloģijā.

**Figure 1.** Abdominal adipose tissue classification in radiology.

Šo abu taukaudu slāņu attiecība, kā relatīvs intraabdominālo tauku uzkrāšanās indekss, uzrāda ciešu saistību ar traucējumiem glikozes un lipīdu metabolisma procesos, kas raksturīgi cilvēkiem ar aptaukošanos (Fujioka *et al.*, 1987).

### **2.3. Subkutānie un intraabdominālie taukaudi, to strukturālās un funkcionālās atšķirības**

Zinātniskajā literatūrā biežāk II tipa cukura diabēta un kardiovaskulāro slimību attīstīšanās risku saista tieši ar intrabdominālo, nevis subkutāno aptaukošanos. Šeit gan jāpiebilst, ka pēdējo gadu literatūras avotos pastiprināta uzmanība tiek pievērsta virspusējo un dziļo subkutāno taukaudu izpētei. Rezultāti liecina, ka tieši dziļie subkutānie taukaudi būtiski saistās ar insulīna rezistences un II tipa cukura diabēta attīstību (Bjørndal *et al.*, 2011), savukārt virspusējie subkutānie taukaudi pat uzrāda labvēlīgus kardiometabolos efektus II tipa cukura diabēta pacientiem (Golan *et al.*, 2012). Kopumā starp subkutānajiem un intraabdominālajiem taukaudiem pastāv būtiskas atšķirības gan anatomiskā, gan molekulārā, gan arī fizioloģiskā līmenī.

Anatomiski atšķiras taukaudu segmentu lokalizācijas vietas ķermenī. Intraperitoneālie taukaudi, galvenokārt, lokalizējas apzarnī un taukplēvē. Pastāv hipotēze, ka tieši intraperitoneālie taukaudi iesaistīti insulīna rezistences attīstībā (Fontana *et al.*, 2007). Iespējamais mehānisms saistās ar to, ka intraperitoneālajos taukaudos lokalizētie TG lipolīzes rezultātā caur vārtu vēnu

aknās nogādā brīvās taukskābes, kur tās negatīvi ietekmē glikozes metabolismu. Savukārt brīvās taukskābes, kuras veidojas no subkutānajos taukaudos uzkrātajiem TG, nonāk apakšējā dobajā vēnā, kur to negatīvais efekts ir salīdzinoši vājāks (Rytka et al., 2010).

Kā jau tika minēts iepriekšējā nodaļā, taukaudus pamatā veido adipocīti, tomēr audos sastopamas arī cita veida šūnas (piemēram – makrofāgi, fibroblasti, u.c.), saistaudu matricss, asinsvadi un nervi (Ibrahim, 2010). Apskatot subkutānos un intraabdominālos taukaudus no šūnu uzbūves aspekta, var konstatēt atšķirības. Intraabdominālos taukaudus veidojošie adipocīti normālas ķermeņa uzbūves personām ir salīdzinoši mazāki izmērā nekā subkutānos taukaudus veidojošie adipocīti. Šeit gan jāatzīmē, ka izmaiņas izzūd aptaukošanās gadījumā (Darimont et al., 2007). Balstoties uz atsevišķiem in vitro pētījumiem, pierādīts, ka subkutānie adipocīti replicējas un diferencējas salīdzinoši ātrāk nekā intraabdominālajos taukaudos lokalizētie adipocīti (Tchkonja et al., 2004). Savukārt adipocītu replikācija, palielinoties vecumam, subkutānajā reģionā samazinās, bet intraabdominālajā reģionā pieaug (van Harmelen et al., 2004). Pētījumi arī parāda, ka intraabdominālie taukaudi ir salīdzinoši vairāk intervēti un apasiņoti. Svarīgi, ka tieši intraabdominālie taukaudi satur arī lielāku skaitu iekaisuma (makrofāgi) un imūno šūnu, kas varētu arī sekmēt ar aptaukošanos saistīto zemās intensitātes iekaisuma reakcijas attīstību.

Intraabdominālo taukaudu daudzums ir būtisks faktors attiecībā uz insulīna jutības izmaiņām. Tā kā intraabdominālie taukaudi satur vairāk liela izmēra adipocītus, tie kļūst insulīnrezistenti, kā rezultātā šūnās samazinās glikozes, bet palielinās lipīdu oksidācijas procesi.

Intraabdominālie adipocīti ir metaboliski aktīvāki, tie ir jutīgāki pret kateholamīn-inducēto lipolīzi, bet mazāk jutīgi pret insulīna antilipolītisko darbību. Salīdzinoši intraabdominālajiem taukaudiem ir lielāka insulīn-stimulētas glikozes uzņemšanas spēja (Ibrahim, 2010).

#### **2.4. Antropometriskie abdominālo taukaudu masas rādītāji**

Antropometrija ir viena no antropoloģijas pētījumu pamatmetodēm, kas saistīta ar dažādiem cilvēka auguma un ķermeņa proporciju mērījumiem. Ar antropometrisko mērījumu palīdzību iespējams noteikt iedzīvotāju vispārējo veselības stāvokli, fizisko sagatavotību, ārējās vides, darba u.c. faktoru ietekmi uz cilvēka attīstību. Plašos epidemioloģiskajos pētījumos un skrīningā antropometriskie mērījumi ir ievērojami lētāki, salīdzinoši vienkārši realizējami un pētāmai personai neinvazīvi. Diemžēl būtisks trūkums šāda veida mērījumiem ir to neprecizitāte un nepietiekoši izpētītas dažādas sakarības, kas pastāv starp antropometriskajiem mērījumiem,

dažādiem asins bioķīmiskajiem rādītājiem un parametriem, kuri izvērtēti ar dažādām precīzākām ķermeņa uzbūves analīzes metodēm (piemēram - DT, MR, ultrasonogrāfiju u.c.). Līdz ar to ir ļoti svarīgi meklēt aizvien jaunas sakarības starp lēti un vienkārši nosakāmiem antropometriskiem rādītājiem un objektīvākām izmeklēšanas metodēm, lai tādējādi pēc iespējas neinvazīvākā veidā varētu pētīt cilvēka fizioloģiju normas un patoloģijas apstākļos. Biežāk izmantotie antropometriskie mērījumi ir vidukļa un gurnu apkārtmēra, kā arī auguma un tauku kroku biežuma noteikšana. Pastarpināti tiek noteiktas arī dažādas antropometrisko mērījumu attiecības, piemēram – vidukļa/gurnu, vidukļa/auguma u.c. Citas populāras metodes, kā hidrostatiskā metode (zemūdens svēršana), bioelektriskās impedances analīze un ķermeņa kopējā elektrovadītspējas metode spēj novērtēt ķermeņa tauku saturu. Taču šīs metodes ir nelietderīgas, lai noteiktu atsevišķas tauku daļas, turklāt tās ir arī salīdzinoši dārgas (Zhang *et al.*, 2005).

Tālāk tiks aplūkoti antropometriskie mērījumi, kuri izmantoti konkrētā darba izstrādē.

#### **2.4.1. Vidukļa apkārtmērs un tā antropometriskās attiecības**

Pētot aptaukošanos, bieži vien kā antropometriskais mērījums tiek izmantots vidukļa apkārtmērs un tā attiecība ar augumu vai gurnu apkārtmēru. Salīdzinot ar citiem ķermeņa daļu apkārtmēriem, vidukļa apkārtmērs ir visvariablakais attiecībā uz mērāmās vietas noteikšanu un pozīciju, jo īpaši tas attiecas uz gados veciem cilvēkiem un cilvēkiem, kam raksturīga aptaukošanās. Vidukļa apkārtmēru iespējams mērīt pēc vairākām metodēm. Visprecīzāk vidukļa apkārtmēru cilvēkiem ar normālu svaru iespējams noteikt nabas līmenī, taču cilvēkiem, kam raksturīga aptaukošanās, naba, līdz ar vēdera sienas pārmērīgu izliekšanos, var būt novirzīta uz leju. Korpulentām personām, vidukļa apkārtmēra noteikšanai var izmantot metodi, kad mērījums tiek veikts viduspunktā starp ribu apakšējā loka robežu un gūžas kaulu (zarnu kaula smailli) (Wajchenberg, 2000). Pētījumos tika atklāts, ka dispersija starp vidukļa apkārtmēru un intraabdominālajiem taukaudiem sasniedz 75 %, kas nozīmē to, ka vidukļa apkārtmērs var būt noderīgs lielums vispārējam intraabdominālo taukaudu uzkrāšanās novērtējumam. Vairāk nekā 90 % no variācijām vidukļa apkārtmēros gan sievietēm, gan vīriešiem iespējams skaidrot ar ķermeņa kopējo taukaudu atšķirībām, kā arī intraabdominālo taukaudu uzkrāšanos (Ferland *et al.*, 1989).

Vidukļa/gurnu apkārtmēra attiecība ir visplašāk izmantotā attiecība taukaudu analizēšanai. Vidukļa un gurnu apkārtmērs tiek noteikts, izmeklējamām personām atrodoties stāvus pozīcijā. Vidukļa apkārtmērs tiek mērīts attiecīgi pēc iepriekš aprakstītās metodikas, bet gurnu apkārtmērs,

savukārt, tiek noteikts, izmērot platāko vietu gurnu daļā (Kissebah, 1997). Pētījumu rezultāti par šī rādītāja spēju atspoguļot intraabdominālo taukaudu daudzumu ir atšķirīgi. Vidukļa mērījums viduspunktā starp zarnu kaula smailli un ribu apakšējā loka malu uzrāda stingrāku korelāciju ar intrabdominālo taukaudu daudzumu un tā saistījumiem metaboliskajiem rādītājiem, salīdzinot ar vidukļa/gurnu apkārtmēru attiecību abiem dzimumiem (Pouliot et al., 1994). Līdz ar to, vidukļa apkārtmērs, kuru ir viegli izmērīt un kurš ir nesaistīts ar augumu, bet korelē gan ar ĶMI, gan vidukļa/gurnu apkārtmēru attiecības vērtībām, var būt kā intraabdominālās aptaukošanās rādītājs.

#### 2.4.2. Ķermeņa masas indekss

ĶMI ticis izmantots jau gandrīz 200 gadus, lai novērtētu ķermeņa tauku daudzumu. To pirmo reizi 1832. g. aprakstīja Ādolfs Kvetlets (*Adolphe Quetelet*). Kvetleta indeksu (*Quetelet's index*) par ĶMI 1972. g. pārdēvēja Ansel Kīzs (*Ansel Keys*) (Eknoyan, 2008).

ĶMI aprēķina pēc šādas formulas:

$$\text{ĶMI} = \frac{\text{Svars (kg)}}{\text{Augums}^2 \text{ (m}^2\text{)}}$$

Lai gan ĶMI nav pietiekami precīzs atsevišķu indivīdu tauku daudzuma noteikšanā, to ļoti plaši izmanto ne tikai dažādos pētījumos, bet arī klīniskajā praksē (ref. no BAI texta). Taču, ņemot vērā to, ka personām ar vienādu ĶMI var būt atšķirīga taukaudu un muskuļu masas attiecība atkarībā no vecuma, dzimuma, fiziskajām aktivitātēm utt., ĶMI tiek ļoti daudz kritizēts, un kopumā pastāv uzskats, ka tas nav adekvāts rādītājs ķermeņa procentuālā taukaudu daudzuma izvērtēšanai (Bergman *et al.*, 2011).

Īpaši neprecīzs šis indekss ir personām ar palielinātu muskuļu masu (piemēram, atlētiem), kā arī to nevar vispārināt starp dažādām etniskajām grupām, un ĶMI noteikšanā netiek ņemtas vērā dzimumu atšķirības (Rahman & Berenson, 2010). Turklāt, ņemot vērā bērnu augšanas standartus, ĶMI ir nepiemērots indekss to klasifikācijai pēc tauku daudzuma – ĶMI nepieciešams pielāgot noteiktam vecumam, taču šī metode ietver sarežģītas matemātiskās kalkulācijas (McCarthy *et al.*, 2006).

### 2.4.3. Ķermeņa adipozitātes indekss

Diskusijas par ĶMI precizitāti noveda pie loģiska iznākuma – jauna indeksa ķermeņa taukaudu masas izvērtēšanai. ĶAI 2011. gadā pirmo reizi definēja Ričards N. Bergmanis (*Richard N. Bergman*) ar kolēģiem.

Izstrādājot šo indeksu, tā salīdzināšanai un izvērtēšanai tika izmantots procentuālais tauku daudzums, ko ieguva ar DXA metodi, kas tiek uzskatīta par ķermeņa kompozīcijas izvērtējuma „zelta standartu”. Kā antropometriskie parametri, uz kuriem balstās ĶAI, tika izvēlēti gurnu apkārtmērs un augums, jo tieši šiem rādītājiem tika novērota cieša korelācija ar ķermeņa procentuālo tauku daudzumu. Korelācija, ko noteica starp procentuālo tauku daudzumu (DXA mērījums) un ĶAI bija cieša ( $R = 0.85$ ) (Bergman *et al.*, 2011).

ĶAI iespējams aprēķināt pēc šādas formulas:

$$\text{ĶAI} = \frac{\text{Gurnu apkārtmērs (cm)}}{\text{Augums}^{1.5}(\text{m})} - 18$$

ĶAI noteikšana ir ļoti vienkārša, ko var uzskatīt kā priekšrocību, salīdzinot ar ĶMI, ja mērījumi tiek veikti neattīstītās vai attālās vietās, kur nav pieejami svāri. Tā kā ĶAI ir salīdzinoši jauns indekss, tā precizitāte vēl nav pietiekami izvērtēta, taču, līdz šim brīdim veiktie pētījumi pierāda, ka ĶAI, līdzīgi kā ĶMI, precīzi neatspoguļo aptaukošanās pakāpi (Freedman *et al.*, 2012).

### 2.5. Abdominālo taukaudu daudzuma izvērtēšana, pielietojot attēldiagnostiku

Ar DXA, DT, MR un ultrasonogrāfijas metodēm iespējams izmērīt atsevišķas ķermeņa taukaudu daļas. DXA metode nesniedz informāciju par tauku sadalījumu dziļumā, tādēļ to nevar izmantot, lai analizētu intraabdominālo un subkutāno taukaudu sastāvu. Ultrasonogrāfija ir efektīva metode reģionālo taukaudu mērījumiem, taču ticamības ziņā tā nav tik precīza kā DT un MR. Lai gan ar MR metodi iespējams analizēt atsevišķus taukaudu slāņus, aparatūra ir ļoti dārga, turklāt taukaudu mērījumu precizitāte līdzinās DT precizitātei. Pats skenēšanas process ar MR ir ilgāks nekā ar DT. Tādējādi, skatoties no precizitātes un izmaksu viedokļa, DT šobrīd ir optimālākā metode, ar kuru iespējams izmērīt ķermeņa taukaudus, it īpaši intraabdominālajā līmenī. Tomēr nav izstrādāta sistēma, kā šos mērījumus veikt automātiski un precīzi (Zhang *et al.*, 2005).

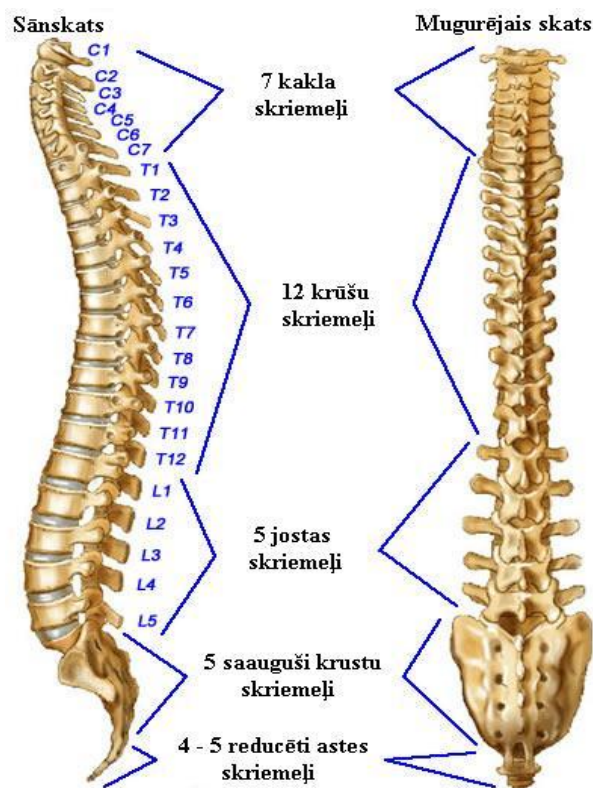
### 2.5.1. Datortomogrāfija

DT skenējumi ir plāni radiogrāfijas šķērsriezuma attēli, kurus var iegūt jebkurā ķermeņa līmenī. AR DT iespējams iegūt skaidrākus attēlus nekā ar standarta radiogrāfijas metodēm, kas dod iespēju labāk aprakstīt mīkstos audus.

DT attēlveidošanas metodi uzskata par „zelta standartu” ne tikai taukaudu novērtēšanā, bet arī daudzkomponentu ķermeņa mērīšanā. Kļūda, kas rodas, nosakot visu ķermeņa taukaudu tilpumu, ir ļoti neliela (0,4 % 28 skenējumiem). Tādējādi ar lielu precizitāti iespējams noteikt arī taukaudu atsevišķo segmentu tilpumus – intraabdominālajiem taukaudiem ar kļūdu  $\approx 1,2$  %, subkutānajiem taukaudiem ar kļūdu  $\approx 0,5$  %. Tā kā intraabdominālo taukaudu tilpums tiek noteikts no vairāku skenēto attēlu intraabdominālo taukaudu laukumiem - varētu būt iespējama kļūdas iemesls (Chowdhury *et al.*, 1994).

Ja intraabdominālo taukaudu laukuma noteikšanai tiek izmantots tikai viens skenētais attēls, ļoti liela nozīme ir izvēlētajam garenvirziena līmenim, jo intraabdominālo tauku caurmēra laukums mainās, pat ja pozīciju variē par dažiem centimetriem. Tas nozīmē, ka izmeklējumi nabas līmenī nav pietiekami precīzi, jo cilvēkiem ar lieko svaru nabas novietojums ir mainīgs. Tādējādi mērījumi, iespējams, būtu precīzāki, ja garenvirziena līmenis tiktu strikti noteikts attiecībā pret skeletu (parasti starp L4 un L5 līmeņa jostas skriemeļiem) (skat. 2. attēlu). Pētījumos noskaidrots, ka pastāv cieša korelācija starp intraabdominālo taukaudu laukumu, kas noteikts no viena DT skenējuma tieši L4-L5 skriemeļu līmenī un kopējo intraabdominālo taukaudu tilpumu abiem dzimumiem (Kvist *et al.*, 1988).

Radioloģijā bieži attēlu analīzē pielieto Haunsfīlda skalu. Haunsfīlda skala veidota, balstoties uz audu dažādo blīvumu, kas ir saistīts ar audu sastāvu un raksturu. Katrs iegūtais DT griezumš tiek sadalīts tilpuma elementu (vokseļu) matricē. Skenēšanas laikā katru vokseli šķērso vairāki rentgenstaru fotoni, un ar detektoriem tiek noteikta radiācijas intensitāte, pēc kuras vērtībām katrā griezumš punktā var izskaitļot audu blīvumu. Katram vokselim tiek piešķirta blīvuma vērtība un tiek veikta matricē rekonstrukcija attēla elementos (pikseļos). Katram pikselim tiek piešķirta skaitliskā vērtība, kas ir atbilstošā vokseļa vidējā blīvuma vērtība. Šis skaitlis tiek salīdzināts ar ūdens blīvuma vērtību un tiek atainots Haunsfīlda vienību skalā (Zhang *et al.*, 2005) (skat. 1. tabulu).



2. attēls. Mugurkaula skriemeļu sadalījums.

Figure 2. Vertebral distribution of the spine

(<http://www.kidport.com/reflib/science/humanbody/skeletalsystem/Spine.htm>).

1. tabula

Haunsfilda vienību skala.

Table 1

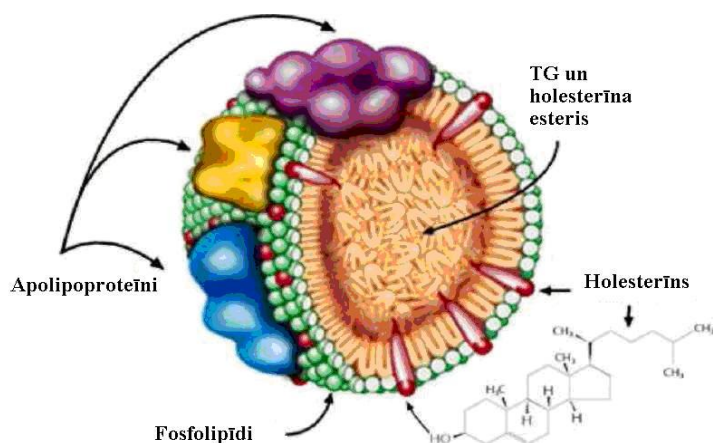
Haunsfield unit scale (Zhang et al., 2005).

Audu, orgānu vai vielas veids	Haunsfilda vienības
Kaulaudi	150 līdz 1000
Aknaš	40 līdz 70
Aizkuņģa dziedzeris	40 līdz 60
Muskuļaudi	35 līdz 50
Nieres	40 līdz 60
Liesa	50 līdz 70
Taukaudi	- 80 līdz -120
Ūdens	0
Gaiss	- 1000

Tabulā norādītais taukaudu blīvums ir no – 80 līdz – 120 HV. Jāatzīmē, ka dažādos pētījumos izmantotais HV diapazons intraabdominālajiem taukaudiem nedaudz variē, taču, tā kā vēdera dobuma rajonā taukaudi ir vienīgie audi ar negatīvām HV, šai variācijai nevajadzētu radīt kļūdas mērījumos (Groell *et. al.*, 2000). Lai noteiktu intraabdominālo un subkutāno taukaudu tilpumu ar DT metodi, konkrētajā darbā tiek izmantots Haunsfilda vienību skalas diapazons no – 45 līdz – 195 HV (Foster *et al.*, 2011). Šāds diapazons tika izvēlēts, jo Fosteres un līdzautoru pētījums ir viens no jaunākajiem šajā jomā un balstīts uz plašiem populācijas pētījumiem (*Framingham Heart Study*).

## 2.6. Lipidogrammas rādītāju saistība ar abdominālo aptaukošanos

Galvenie lipīdi cilvēka plazmā ir holesterīns, holesterīna esteri, TG un fosfolipīdi. TG un holesterīna estera molekulas, kas ir ūdenī nešķīstošas, tiek transportētas ar lipoproteīniem. Lielākoties lipoproteīniem ir sfēriska struktūra, kas sastāv no neitrāla lipīdu kodola, ko veido hidrofobais holesterīna esteri un TG, kuru apņem viens fosfolipīdu slānis, neesterificēts brīvais holesterīns un apolipoproteīni (skat. 3. attēlu).



3. attēls. Lipoproteīna uzbūve.

**Figure 3.** Lipoprotein structure (<http://quizlet.com/2445376/print/>).

Apolipoproteīni ir specifiski proteīni, kas kalpo kā starpnieki vairākās bioķīmiskajās reakcijās, kuras saistītas ar plazmas lipīdu metabolismu. Apolipoproteīni nepieciešami lipoproteīnu metaboliskajai mijiedarbībai ar enzīmiem, lipīdu transporta proteīniem un šūnu virsmas receptoriem. APO A1 ir galvenais ABL proteīns, tas sintezējas aknās un zarnās. L<sub>Z</sub>BL satur daudz TG. Lipoproteīnu izmērs tieši saistīts ar to blīvumu. Dažāda lipoproteīnu izmērs un

sastāvs rada mijiedarbības izmaiņas ar dažādiem audiem, tādējādi ietekmējot lipoproteīnu metabolismu (Havel & Kane, 1995). Abdominālā aptaukošanās saistīta ar izmaiņām plazmas lipoproteīnu, lipīdu līmenī – lielākoties ar palielinātu TG un pazeminātu ABL holesterīna koncentrāciju. To iespējams pamatot ar insulīna rezistences radītajiem traucējumiem plazmas lipoproteīnu un lipīdu transportā (Wajchenberg, 2000). Tāpēc nereti pētījumos par aptaukošanos tiek analizēta lipidogrammas rādītāju saistība ar dažādiem abdominālo taukaudu līmeņiem. Pētījumā, kurā tika iesaistītas pirms un pēc menopauzes sievietes, korelācijas analīze uzrādīja KH saistību ar intraabdominālajiem taukaudiem, centrālo tauku krokas biežumu un kopējo tauku daudzumu abās grupās. ZBL holesterīns korelēja ar noteikto intraabdominālo taukaudu daudzumu, savukārt ABL holesterīns neveidoja korelācijas ne ar vienu no noteiktajiem parametriem. TG uzrādīja saistību ar tauku kroku biežumu un intraabdominālajiem taukaudiem, to koncentrācija korelēja ar ABL holesterīnu abās grupās. Pēc menopauzes sieviešu grupa uzrādīja augstāku KH, ZBL holesterīna un TG līmeni, ko iespējams skaidrot ar palielinātu intraabdominālo taukaudu daudzumu, kas sievietēm veidojas šajā periodā (Gower *et al.*, 1998).

Vairākos attēldiagnostikas pētījumos noskaidrots, ka intraabdominālie taukaudi cieši saistīti ar paaugstinātu TG, APO B, ZBL holesterīna līmeni, KH/ABL attiecību, bet samazinātu ABL holesterīna līmeni asins plazmā.

Pētījumā, kur ar DT attēldiagnostikas metodi tika noteikts intraabdominālo un dziļo subkutāno taukaudu daudzums sievietēm, tika noskaidrots, ka intraabdominālo taukaudu laukumam bija visciešākā korelācija ar  $\downarrow$ ZBL un ZBL holesterīnu. Tikai tas uzrādīja saistību ar ABL holesterīnu. Tāpat tam bija augstākais korelācijas koeficients ar TG līmeni ( $r = 0.60$ ), kā arī lielāka saistība tika novērota arī ar KH/ABL attiecību, ZBL/ABL attiecību.

Tieši intraabdominālo taukaudu laukums jebkurā gadījumā vairāk korelēja ar lipīdu, lipoproteīnu līmeni nekā dziļo subkutāno taukaudu laukums vai ar DXA noteiktā kopējā taukaudu masa. (Deschênes *et al.*, 2003).

Tiek uzskatīts, ka vīriešiem, kam raksturīga intraabdominālā aptaukošanās, nereti ir pastiprināta holesterīna sintēze. Pētījumā, kur tika izmantota DT attēldiagnostikas metode vīriešiem, intraabdominālie taukaudi veidoja korelāciju ar TG, APO B,  $\downarrow$ ZBL holesterīna līmeni, taču negatīva korelācija veidojās ar ABL/ZBL attiecību. Dati pierādīja, ka intraabdominālo taukaudu daudzums ir būtisks metabolisma izmaiņu faktors (Zamboni *et al.*, 1994).

Pētījumā, kurā tika iesaistītas personas ar II tipa cukura diabētu, salīdzinot ar DT noteikto taukaudu daudzumu un lipidogrammas rādītājus, tika noskaidrots, ka intraabdominālo taukaudu daudzumam ir saistība ar ĻZBL un ZBL holesterīna daļiņu skaitu, lielākām ĻZBL daļiņām un mazākām ZBL un ABL daļiņām. Šādi lipidogrammas rādītāji tiek saistīti ar palielinātu aterosklerozes un kardiovaskulāro slimību risku (Sam *et al.*, 2008).

Citā pētījumā, kur ar DT tika noteikts virspusējo un dziļo subkutāno, kā arī intraabdominālo taukaudu daudzums un personas iedalītas divās grupās (ar uz bez koronārajām sirds slimībām), tika noskaidrots, ka slimo grupā bija augstāks KH, TG un virspusējo subkutāno taukaudu daudzums. Veselo grupā, savukārt, bija ievērojami augstāks APO A līmenis. Veselajiem intraabdominālie taukaudi pozitīvi korelēja ar ZBL holesterīna, TG, APO B līmeni, bet negatīvi korelēja ar ABL holesterīna līmeni neatkarīgi no dzimuma un vecuma (Sadeghi *et al.*, 2013)

Kopumā vērojama tendence, ka subkutānie taukaudi nebūt nesaistās ar aptaukošanās riska faktoru lineāru pieaugumu, lielākoties – ar augstu TG līmeni.

Ne-ABL holesterīns ietver visus aterogēnos (aterosklerozī izraisošos), APO B saturošos lipoproteīnus – ZBL, ĻZBL, VBL holesterīnu. Lai gan iespējams tieši noteikt APO B daudzumu, klīniskajā praksē Ne-ABL holesterīns tiek izmantots kā APO B marķieris, jo tā noteikšana ir praktiska, uzticama un lēta. Cilvēkiem ar II tipa cukura diabētu Ne-ABL holesterīna līmenis, iespējams, ir precīzāks kardiovaskulāro slimību riska rādītājs nekā ZBL holesterīna līmenis, kas var nebūt būtiski paaugstināts, vai TG līmenis, jo tam ir augsta korelācija ar aterogēnajiem lipoproteīniem (Peters, 2008).

### **3. MATERIĀLI UN METODEDES**

#### **3.1. Izmeklējamo personu raksturojums**

Šajā pētījumā kopumā piedalījās 60 relatīvi veselās personas (30 sievietes un 30 vīrieši) vecumā no 30 - 45 gadiem. Darbs tika izstrādāts LU Eksperimentālās un klīniskās medicīnas institūtā (EKMI) saskaņā ar Ētikas komitejas atļauju. Visām personām tika veikti vairāki antropometriskie mērījumi, asins bioķīmiskās analīze, kā arī DT izmeklējums un tā attēlu apstrāde.

##### **3.1.1. Izmeklējamo personu iekļaušanas/izslēgšanas kritēriji**

Tā kā šajā darbā bija svarīgi izpētīt praktiski veselās personas, jo smagas slimības vai patoloģijas varētu būtiski ietekmēt iegūtos rezultātus, pētījumā tika iekļautas personas, kas atbilda noteiktiem kritērijiem.

##### **Iekļaušanas kritēriji:**

- 1) abu dzimumu personas vecumā no 30 - 45 gadiem;
- 2) pacients iepazinies un parakstījis informētās piekrišanas veidlapu, ko apstiprinājusi EKMI ētikas komiteja.

##### **Izslēgšanas kritēriji:**

- 1) klīniskas sirds un asinsvadu slimības un cukura diabēts;
- 2) akūtas infekciju slimības pēdējā mēneša laikā;
- 3) hroniskas iekaisīgas slimības;
- 4) smagas nieru slimības ar hronisku nieru mazspēju ( $GF\bar{A} < 60$  ml/min.);
- 5) vairogdziedzera slimības ar tireotropo hormonu līmeņa izmaiņām;
- 6) aktīvs neoplastisks process;
- 7) vīrusu un toksiskas ģenēzes hepatīti, alkohola taukainā hepatoze;
- 8) alkohola lietošana (vīr.  $> 140$ g/ned.; siev.  $> 70$ g/ned.).

Lai iegūtie dati šķērsgrīzumā atspoguļotu populācijas daļu ar dažādām svara kategorijām, personu atlase primāri tika veikta izmantojot KMI kritēriju skalu, kuru ieteikusi Pasaules Veselības organizācija (skatīt 2. tabulu).

**2. tabula**  
 Ķermeņa masas indeksa novērtēšana.  
**Table 2**  
 Assessment of body mass index.

<b>Novērtējums</b>	<b>ĶMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>
Pazemināts svars	< 18.5
Normāls svars	18.5-24.9
Lieks svars	>25
Aptaukošanās	>30
Aptaukošanās I	30.0-34.9
Aptaukošanās II	35.0-39.9
Aptaukošanās III	>40.0

Tā kā darba mērķis saistīts tieši ar taukaudu segmentāru izpēti, pētījumā netika iekļautas personas ar pazeminātu svaru, kā arī netika sīkāk apskatītas atsevišķas aptaukošanās grupas. Tādējādi pētījumam tika atlasītas personas šādās grupās :

- 1) **Normāls svars** (10 sievietes, 9 vīrieši);
- 2) **Liekais svars** (10 sievietes, 11 vīrieši);
- 3) **Aptaukošanās** (10 sievietes, 10 vīrieši).

### 3.2. Antropometriskie mērījumi

Antropometriskie mērījumi tika veikti LU Eksperimentālās un klīniskās medicīnas institūtā. Visām personām tika noteikti šādi antropometriskie parametri: svars (kg), augums (m), vidukļa un gurnu apkārtmērs (cm). Izmeklējamām personām svars tika noteikts ar standartizētiem medicīniskajiem svariem, bet augums mērīts ar metramēra palīdzību. Ar mērlenti tika noteikts vidukļa apkārtmērs izelpas laikā, mērot pa vidu starp ribu apakšējiem lokiem un zarnu kaula šķautni (iegurņa izciļņiem). Tāpat ar mērlenti tika noteikts gurnu apkārtmērs – iespējami platākajā sēžamvietas daļā. Pēc noteiktajiem parametriem tika aprēķinātas sekojošas attiecības: vidukļa/gurnu attiecība, vidukļa/auguma attiecība. Tāpat pēc noteiktajiem parametriem tika aprēķināti šādi antropometriskie indeksi: ĶMI, ĶAI.

Bez iepriekš minētajiem antropometriskajiem parametriem vēl tika noteikts personas pulss, sistoliskais un diastoliskais asinsspiediens. Asinsspiediens tika mērīts, vadoties pēc Eiropas

Hipertensijas biedrības rekomendācijām (O'Brien *et al.*, 2003) - sēdus pozīcijā uz augšdelma pēc vismaz 5 minūšu atpūtas pētījuma sākumā un beigās, izmantojot sertificētus sfigmomanometrus.

### 3.3. Bioķīmisko parametru noteikšana

Visām izmeklējamām personām tika veiktas arī bioķīmiskās analīzes, lai noteiktu KH, ABL, ZBL holesterīna, TG un APO A1 daudzumu asins serumā. Bioķīmisko parametru noteikšana tika veikta sertificētā SIA „Veselības Centrs-4” un E.Gulbja laboratorijā. Tabulās norādītas standartmetodes lipidogrammas parametru noteikšanai (3. tabula) un E. Gulbja laboratorijas noteiktie references intervāli (4. tabula).

#### 3. tabula

E. Gulbja laboratorijas asins seruma paņemšanas un bioķīmisko rādītāju noteikšanas metodes.

**Table 3**

Methods for blood serum collection and biochemical parameter determination in E. Gulbja laboratory.

<b>Bioķīmiskais parametrs</b>	<b>Vakutainers</b>	<b>Izpildes termiņš</b>	<b>Metodes princips</b>	<b>Analizators</b>
<b>KH</b>	Dz*	24h**	Fermentatīvā krāsu reakcija	ADVIA – 1800, Siemens
<b>ABL holesterīns</b>	Dz*	24h**	2 punktu krāsu reakcija	ADVIA – 1800, Siemens
<b>ZBL holesterīns</b>	Dz*	24h**	2 punktu krāsu reakcija	ADVIA – 1800, Siemens
<b>TG</b>	Dz*	24h**	1 punkta fermentatīvā krāsu reakcija	ADVIA – 1800, Siemens
<b>APO A1</b>	Dz*	24h**	Imūnturbidimetrija	ADVIA – 1800, Siemens

\* Dz – vakutainers ar dzeltenu vāciņu – SST II Advance 4 ml.

\*\* Analīzes tiek veiktas 24 h laikā pēc parauga paņemšanas.

**4. tabula**

E. Gulbja laboratorijas noteiktie lipidoogrammas parametru references intervāli.

**Table 4**

Lipid profile reference intervals defined by E. Gulbja laboratory.

Nosaukums	Apakšējā robeža		Augšējā robeža		Mērvienība
	Vīrieši	Sievietes	Vīrieši	Sievietes	
<b>KH</b>	2	2	<5.0	<5.0	mmol/L
<b>ABL holesterīns</b>	1,1	1,1	1,00E+08	1,00E+08	mmol/L
<b>ZBL holesterīns</b>	0	0	<3.0	<3.0	mmol/L
<b>TG</b>	0	0	<2.0	<2.0	mmol/L
<b>APO A1</b>	104	108	202	225	mg/dL

**3.3.1. ZBL/ABL attiecība un Ne-ABL holesterīns**

Meklējot literatūrā informāciju par lipidoogrammas rādītājiem, kuri varētu precīzāk raksturot aptaukošanos un norādīt uz iespējamo risku saslimt ar kardiovaskulārām slimībām, analīzei tika izvēlēti vēl divi atvasināti parametri: ZBL/ABL holesterīna attiecība, kā arī tika noteikts Ne-ABL holesterīna daudzums (Ne-ABL = KH – ABL). ZBL/ABL holesterīna attiecība precīzāk raksturo holesterīna balansu artērijas sienīnā (Fernandez & Webb, 2008). Savukārt Ne-ABL holesterīna rādītājs sevī iekļauj ne vien ZBL, bet arī ļoti zema blīvuma lipoproteīnu holesterīna frakciju, tādēļ zinātniskajā literatūrā uzsver, ka tieši šis rādītājs varētu atspoguļot kopējā "sliktā" holesterīna līmeni organismā (Hoenig, 2008).

**3.4. Datortomogrāfijas izmeklējums**

DT ir medicīniska izmeklēšanas metode, kurā tiek izmantots rentgena starojums. Atšķirībā no diagnostikas izmeklējumiem ar rentgena aparātu, DT laikā iegūst daudzus ķermeņa daļu segmentārus šķērsriezuma attēlus 3D rekonstrukcijās. Jaunākās paaudzes aparāti spēj veikt visa ķermeņa skanēšanu mazāk nekā 30 sekundēs.

Pētījuma dalībniekiem tika veikts spirāles DT (*Siemens Somatom Definition AS (SOMATOM Definition AS/AS + ar FAST CARE -64-griezumu un 128-griezumu konfigurāciju)*) (skat. 4. attēlu) izmeklējums SIA „Veselības Centrs - 4” radioloģijas nodaļā sertificētu speciālistu (radialoģu-diagnostu) uzraudzībā.

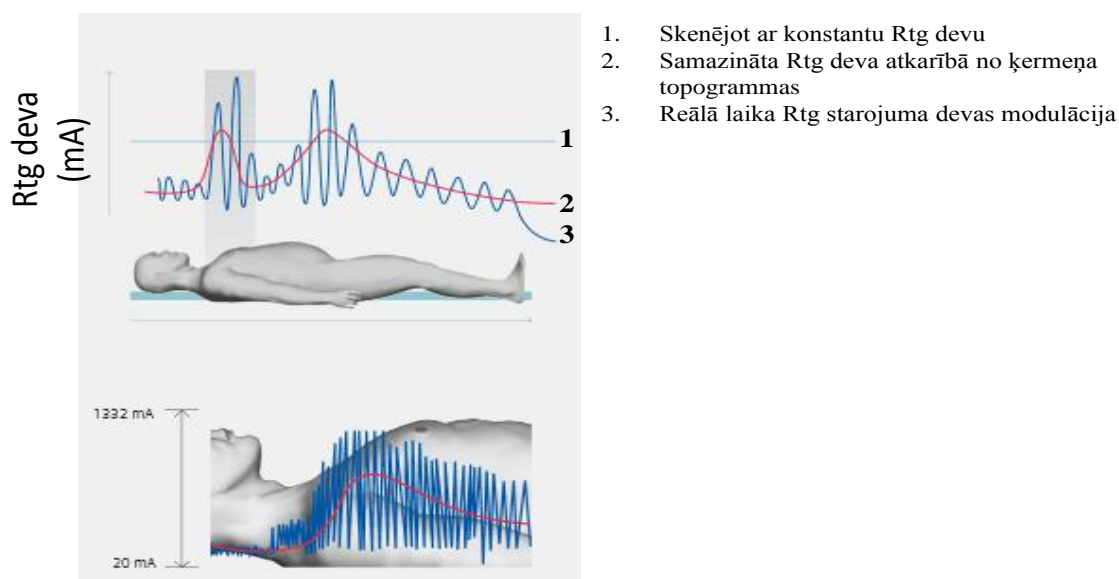


**4. attēls.** Spirāles DT (*Siemens Somatom Definition AS*).

**Figure 4.** Helical CT (*Siemens Somatom Definition AS*)

(<http://healthcare.siemens.com/computed-tomography/single-source-ct/somatom-definition-as/technical-specifications>).

Šīs DT iekārtas priekšrocība ir īpaši liels gentryja atvērums (līdz 78 cm), kā arī uzlabota pacienta galda celstspēja, kas ļauj veikt izmeklējumus arī korpulentiem pacientiem (līdz 300 kg). Tāpat arī šim spirāles DT ir ļoti zema jonizējošā starojuma deva, tāpēc ir samazināta kaitīgā radiācijas ietekme uz veselību. Papildus *Siemens* firmas *MS DT* iekārtā *Somatom Definition AS* ir atsevišķa programma *CareDose*, kura nodrošina vismazāko starojumu pacientam, jo topogrammas iekārta izrēķina, kāds ir nepieciešamais starojums optimālā attēla iegūšanai (atkarībā no pacienta ķermeņa svara), un izmeklējuma laikā automātiski mainās saņemtais starojums (mērāms mAs) (Kalra & Brady, 2006) (skat. 5. attēls).



**5. attēls.** Reālā laika Rtg starojuma devas modulācija atkarībā no izmeklējamā pacienta fizikālajiem parametriem.

**Figure 5.** Modulation of real time x-radiation dose depending on physical parameters of patient (Kalra & Brady, 2006).

Visām pētījumā iekļautām personām tika piemērots šāds DT izmeklējuma protokols:

1. izmeklējums tiek veikts pētījuma dalībniekam tukšā dūšā, kā perorālu kontrastvielu izmantojot 0,5 litru tīru ūdeni 15 min pirms procedūras;
2. pētījuma dalībnieks tiek izmeklēts natīva sērijā ar īsu elpas aizturi ar 5 mm soļa intervālu, pēc apstrādes rekonstrukcijas soļa intervāls 1 mm.

### 3.5. Datortomogrāfijas attēlu apstrāde

Iegūtie DT attēli tika apstrādāti ar profesionālu datorprogrammu 3D-DOCTOR 4.0.20100325. Attēli tika analizēti DICOMDIR formātā, 5 mm soļa griezumos.

Atverot DT izmeklējuma attēlus, tiek manuāli uzstādīts kontrasts, kurš vizuāli pētniekam ļauj vislabāk izšķirt orgānus (skat. 6. attēlu). Izvēlēta kontrasta vērtība neietekmē tālākos mērījumus.



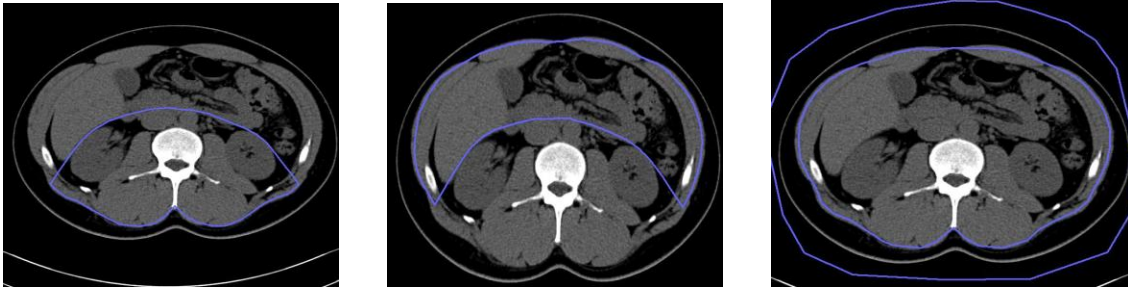
**6. attēls.** DT attēls, kurā uzstādīts optimāls kontrasts.

**Figure 6.** CT image with adjusted contrast.

Kopumā ar DT tika iegūti attēli visam vēdera dobumam. Šajā darbā kā interesējošais segments tika izvēlēts nieru lokalizācijas līmenis (vidēji no Th10 – L2, iekļaujot nabas līmeni), jo tieši šajā līmenī ar DT palīdzību ir iespējams visprecīzāk izšķirt intraperitoneālos un retroperitoneālos taukaudus. Interesējošais segments darbā tika izvēlēts šādi: apstrādei tika izvēlēti visi attēli, kuros redzamas nieres, kā arī kopā vēl divi attēli, kuros nieres vairs nav redzamas – viens attēls katrā nieru galā. Piemēram, ja nieres redzamas no 12. – 35. attēlam, kopējā pētāmā attēlu kopa būtu 11. – 36. griezumus.

Attēlu apstrāde tika veikta šādi:

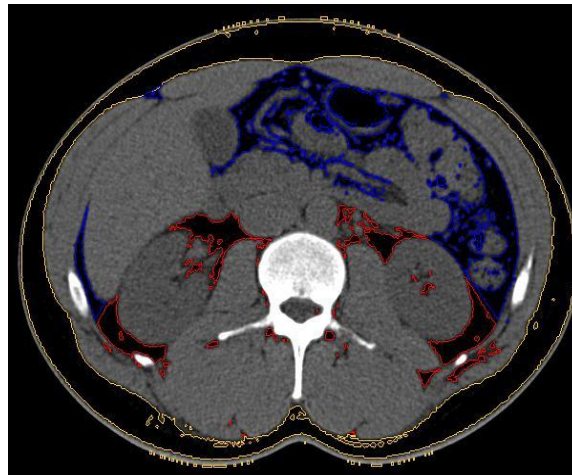
1. Programmas rediģēšanas sadaļā tika izvēlēti objekta iestatījumi, kuros atbilstoši abdominālo taukaudu sadalījumam tika definēti trīs segmenti: retroperitoneālie taukaudi, intraperitoneālie taukaudi, subkutānie taukaudi. Tālāk tika izvēlēts pamatgriezums, pēc kura tika definētas robežas starp retroperitoneālo un intraperitoneālo taukaudu laukumiem. Izvēlas to griezumam, kurā abas nieres ir maksimāli lielas un var labi izšķirt nieru sīnusu, kā arī labi saskatāma lejupejošā aorta un apakšējā dobā vēna. Ja ir vairāki attēli, kurus varētu izmantot kā pamatattēlu, no tiem izvēlas vidējo.
2. Šī bakalaura darba izstrādē intraperitoneālie un retroperitoneālie taukaudi tika segmentēti, balstoties uz H.L. Čugtai un līdzautoru protokola (Chughtai et al., 2010), kurš tika modificēts atbilstoši konkrētā darba vajadzībām. Oriģinālais protokols publicēts žurnālā "Hypertension" un saskaņots ar Amerikas Sirds asociāciju. Šī protokola gadījumā tiek izmantoti anatomiskie marķieri, un intraperitoneālie taukaudi sevī ietver apzarņa (*Mesenterium*) un taukplēves (*Omentum*) taukaudus, kuri lokalizējas priekšpusē un laterāli no vēdera sienas, un mugurpusē tos norobežo līnija, kas iet pa nieru priekšējo virsmu (*Facies anteriour*), kā arī pa priekšpusi lejupejošai aortai (*Aorta Descendens*) un apakšējai dobai vēnai (*Vena Cava inferiour*). Retroperitoneālie taukaudi, savukārt, no priekšpuses tiek norobežoti ar iepriekš aprakstīto anatomisko marķieru līniju intraperitoneāliem taukaudiem un mugurpusē tos norobežo vēdera dobuma siena.
3. Tālāk katrā no analizējamā vēdera dobuma segmenta griezumam veic uzskaitīto trīs taukaudu veidu segmentēšanu. Rediģēšanas sadaļā jāizvēlas interesējošā reģiona rīku (ROI), ar kura palīdzību tiek definēti intraperitoneālo, retroperitoneālo un subkutāno taukaudu segmenti. Tā kā taukaudu robežām nav konkrētas formas, rīkjoslā jānorāda, ka ar ROI vēlamies zīmēt daudzstūri *polygon*. Atbilstoši iepriekš aprakstītajiem anatomiskajiem marķieriem tiek zīmēta robeža izvēlētajā pamatattēlā (skat. 7. attēlu). Kad robeža iezīmēta, jāveic attēla renderēšana (kontūrzīmējuma pārveidošana pilnībā no formētā 3D attēlā, izmantojot krāsas). 3D renderēšanas sadaļā jāizvēlas interaktīvā segmentēšana. Atveroties atbilstošajam logam, jāatzīmē kalibrācijas vērtību intervāls, kas taukaudiem ir no – 195 līdz – 45 HV. Pie robežu tipa jāizvēlas *All Boundary Lines* (visas robežlīnijas). Kad nepieciešamie parametri ir atzīmēti, jāveic griezuma segmentācija *Segment Plane*.



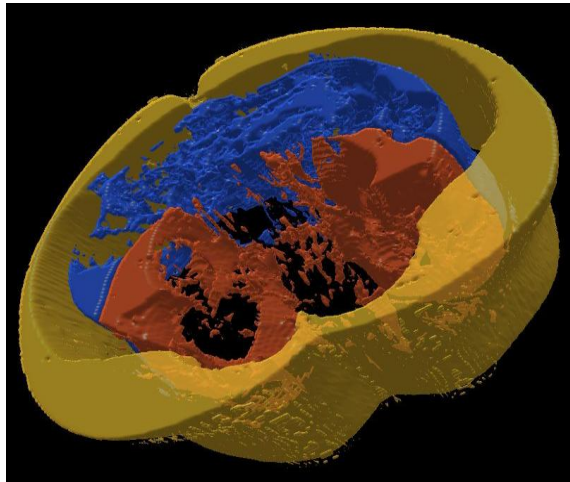
**7. attēls.** No kreisās – retroperitoneālo, intraperitoneālo, subkutāno taukaudu robežas.  
**Figure 7.** From left – retroperitoneal, intraperitoneal, subcutaneous adipose tissue borders.

Pārējos attēlos robežu gar lejupejošo aortu un apakšējo dobo vēnu, kā arī robežu ap nierēm atstāj nemainīgu, bet, atbilstoši izmaiņām attēlos, koriģē robežu ar vēdera dobuma mugurējo sienu. Katram attēlam jāveic renderēšana, kā aprakstīts iepriekš.

4. Kad visos attēlos veikta visu trīs slāņu segmentācija (skat. 8. attēlu), nepieciešams aprēķināt katra slāņa kopējo tilpumu. 3D renderēšanas sadaļā jāizvēlas virsmas renderēšana *Surface Rendering* – saliktā virsma *Complex Surface*. Tiek izveidots visu taukaudu slāņu pārveidots attēls 3D formātā (skat. 9. attēlu). Rīku sadaļā *Tools* tiek veikta automātiska katra slāņa tilpuma aprēķināšana *Calculate Volumes*.



**8. attēls.** Subkutāno (dzeltena kontūra), intraperitoneālo (zila kontūra) un retroperitoneālo (sarkana kontūra) taukaudu segmenti pamatattēlā.  
**Figure 8.** Subcutaneous (yellow outline), intraperitoneal (blue outline) and retroperitoneal (red outline). adipose tissue segments in the main plane.



**9. attēls.** Taukaudu segmentu 3D rekonstrukcija.

**Figure 9.** 3D reconstruction of adipose tissue segments.

### 3.6. Datortomogrāfijas mērījumu precizitātes pārbaude

Lai pārbaudītu, vai ar izstrādāto DT taukaudu tilpumu segmentācijas protokolu iespējams iegūt atkārtojamus mērījumus, tika veiktas šādas darbības:

1. Tika noteikta mērījumu atkārtojamība viena pētnieka ietvaros – šajā gadījumā pētnieks ar viena mēneša intervālu veica 10 pēc nejaušības principa izvēlētu personu taukaudu segmentāciju DT attēlos un salīdzināja mērījumu precizitāti. Atkārtojot mērījumus, tika mainīts personas faila kods, lai mērījuma precizitāti neietekmētu iepriekšējie rezultāti (mērījums veikts "akli").
2. Tika noteikta mērījumu atkārtojamība divu pētnieku ietvaros – šajā gadījumā divi pētnieki neatkarīgi viens no otra veica mērījumus 10 personām (personas atkal izvēlētas pēc nejaušības principa, bet abi pētnieki mēra vienas un tās pašas personas). Atkal tika salīdzināta mērījumu variācija, bet šoreiz starp diviem neatkarīgiem pētniekiem.

Lai pārbaudītu izstrādātā taukaudu segmentēšanas protokola precizitāti, tika izmantota Blanda un Altmana biostatistikas metode. Ar metodes palīdzību tika noteikta mērījumu atkārtojamība viena pētnieka (*intra-reader*) un divu pētnieku (*inter-reader*) ietvaros. Grafikos uz X ass tiek attēlotas vidējās abu mērījumu vērtības, bet uz Y ass tiek attēlotas šo abu vērtību starpības.

### 3.7. Datu statistiskā apstrāde

Iegūtās katra taukaudu segmenta tilpuma vērtības, kā arī antropometriski noteiktie dati un no tiem aprēķinātie antropometriskie indeksi un attiecības tika apkopoti MsExcel 2003 datu apstrādes programmā tabulu veidā.

Datu statistikas apstrādei tika izmantots SPSS 20.0 programnodrošinājums (*SPSS Inc., Chicago, IL, United States*) un Graph Pad Prism (*GraphPad, San Diego, California, United States*). Datu normālsadalījums tika pārbaudīts ar Kolmogorova-Smirnova testu. Tā kā dati atbilda normālam sadalījumam ( $p > 0.05$ ), tika izmantotas parametriskās datu apstrādes metodes:

1. Stjūdentu t-tests tika pielietoti, lai noskaidrotu, vai starp analizējamo grupu rādītāju vidējām vērtībām pastāv būtiskas atšķirības.

Būtiskuma līmeņi \* $p < 0.05$ ; \*\* $p < 0.01$ ; \*\*\* $p < 0.001$ .

2. Lai noskaidrotu saistības (korelācijas) starp pētījuma parametriem, tika noteikti Pīrsona korelāciju koeficienti ( $r$ ) un regresijas līknes vienādojumi.

Būtiskuma līmeņi \* $p < 0.05$ ; \*\* $p < 0.01$ ; \*\*\* $p < 0.001$ .

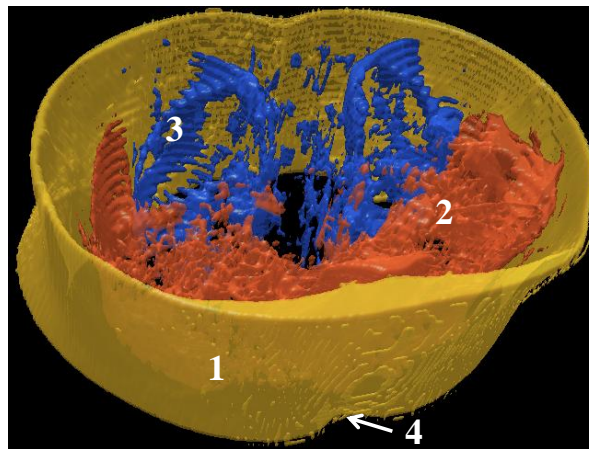
Antropometrisko rādītāju gadījumā darbā tiek aplūkotas tikai ciešas pozitīvas/negatīvas korelācijas ( $r = 0.7 - 1.0$ ), savukārt bioķīmisko rādītāju gadījumā papildus aplūkotas tiek arī vidēji ciešas korelācijas. Korelāciju gadījumā grafikos norādīti arī vidējie ticamības (konfidences) līmeņi pie 95% ( $\alpha = 0.05$ ).

## 4. REZULTĀTI

Kopumā tika analizētas 60 relatīvi veselas personas, kuru vidējais vecums kopējā grupā bija  $37.45 \pm 4.11$  gadi. Rezultātu interpretēšanai tika apskatīta visa pētījumā iesaistīto personu grupa kopumā, kā arī izdalītas grupas pēc dzimumiem - sievietes un vīrieši. Pētījuma mērķa realizēšanai sākotnēji tika izstrādāts DT attēlu segmentēšanas un mērīšanas protokols, ar kura palīdzību bija iespējams kvantitatīvi noteikt abdominālo taukaudu daudzumu un tālāk analizēt iegūto datu saistību ar antropometriskajiem un bioķīmiskajiem rādītājiem (skat. Pielikumu 1. – 8.)

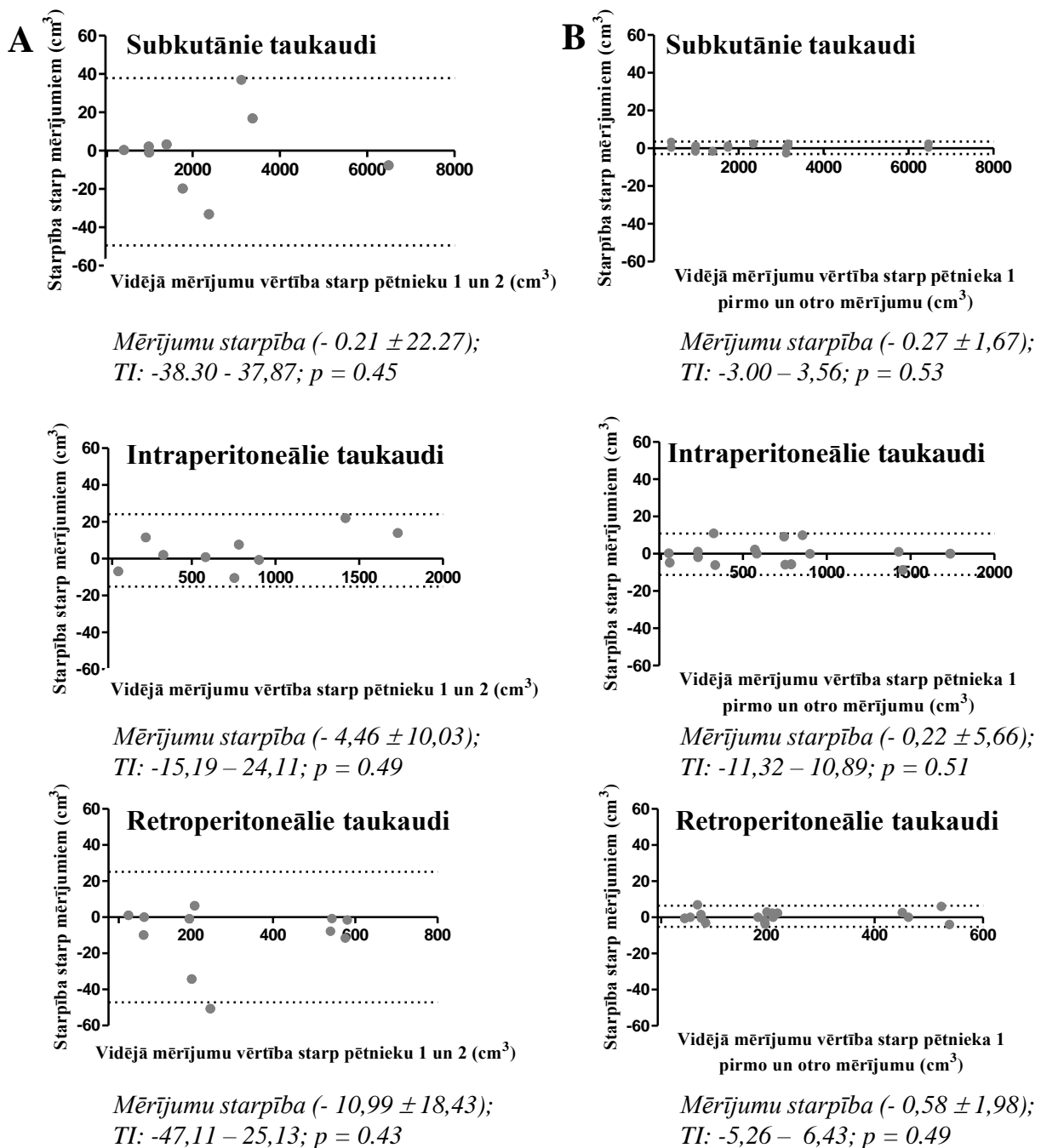
### 4.1. Abdominālo taukaudu segmentu tilpumu mērīšanas protokols

Balstoties uz zinātniskajā literatūrā pieejamo informāciju, tika izstrādāta un aprobēta metode abdominālo taukaudu volumetriskai segmentārai mērīšanai, izmantojot DT attēlus. Ar šī protokola palīdzību iespējams nieru līmenī (vidēji Th10 – L2 skriemeļu līmenī) izmērīt retroperitoneālo, intraperitoneālo, intraabdominālo, kā arī subkutāno taukaudu tilpumisko daudzumu (skat. 10. attēlu).



**10. attēls.** Abdominālo taukaudu segmentācija. 1 - subkutānie taukaudi (dzeltens); 2 - intraperitoneālie taukaudi (oranžs); 3 - retroperitoneālie taukaudi (zils); 4 - naba. (\*) Intraperitoneālie un retroperitoneālie kopā veido intraabdominālos taukaudus.

**Figure 10.** Abdominal adipose tissue segmentation. 1 – subcutaneous adipose tissue (yellow); 2 – intraperitoneal adipose tissue (orange); 3 – retroperitoneal adipose tissue (blue), 4 – umbilicus. (\*) Intraperitoneal and retroperitoneal together form intra-abdominal adipose tissue.



**11. attēls.** Blanda-Altmana grafiki, kuros attēlotas mērījumu starpības divu pētnieku (kolonna A) un viena pētnieka (kolona B) atkārtotu mērījumu ietvaros (n = 10; TI - ticamības intervāls (95%) grafikos attēlots ar punktotu līniju).

**Figure 11.** Bland-Altman plots depicting measurement differences within inter-reader (column A) and intra-reader (column B) measurements (n = 10; CI – confidence interval (95%) depicted as dotted line).

Lai pārbaudītu izstrādātā taukaidu segmentēšanas protokola precizitāti, izmantojot Blanda un Altmana grafikus, tika noteikta mērījumu atkārtojamība viena pētnieka un divu pētnieku ietvaros. Rezultāti atspoguļoti 11. attēlā. Kā redzams grafikos, mērījumu atkārtojamība gan viena pētnieka, gan divu pētnieku ietvaros būtiski neatšķiras ( $p > 0.05$ ). Līdz ar to šāds taukaidu segmentācijas protokols ir atkārtojams un piemērots abdominālo taukaidu segmentēšanai. Šeit gan jāpiebilst, ka divu pētnieku mērījumu starpības mazināšanai būtiska ir pieredze mērījumu veikšanā.

#### 4.2. Pētāmo personu antropometriskie un bioķīmiskie parametri

5. tabulā norādītas abu dzimumu grupu antropometriskās un bioķīmisko rādītāju vērtības. Kā redzams, būtiskas atšķirības starp sieviešu un vīriešu grupu vērojamas gurnu apkārtmērā ( $p = 0.026$ ) un ABL līmenī asins plazmā ( $p = 0.0001$ ). Pārējie parametri starp dzimuma grupām būtiski neatšķiras ( $p > 0.05$ ). Kopumā nevienai no izmeklējamām personām nebija paaugstināts nedz sistoliskais, nedz arī diastoliskais asinsspiediens, kā arī ABL holesterīns, TG un APO A1 līmenis bija normas robežās. Tomēr vidējais KH un ZBL holesterīna līmenis, vadoties pēc E. Gulbja laboratorijas noteiktajiem referenču intervāliem, bija mēreni paaugstināts abās dzimuma grupās (referenču intervālus skatīt metožu sadaļā 4. tabulā).

#### 5. tabula

Vidējās antropometriskas, asinsspiediena un bioķīmiskas mērījumu vērtības un to standartkļūdas sievietēm un vīriešiem.

**Table 5**

Mean values and their SE of anthropometric, blood pressure and biochemical measurements for women and men.

Dzimums	Sievietes	Vīrieši
Vecums	36,37 ± 0,75	38,53 ± 0,71
Svars, kg	78,21 ± 2,71	91,70 ± 1,98
Augums, cm	169,43 ± 1,06	181,53 ± 0,90
Vidukļa apkārtmērs, cm	86,30 ± 2,12	97,10 ± 1,51
Gurnu apkārtmērs, cm	106,13 ± 2,01*	106,07 ± 1,20
Pulss, sitieni/min.	69,47 ± 1,16	68,00 ± 0,90
Sistoliskais asinsspiediens, mm/Hg	114,37 ± 2,29	123,00 ± 1,62
Diastoliskais asinsspiediens, mm/Hg	73,90 ± 1,46	79,33 ± 1,47
KH, mmol/l	5,49 ± 0,17	5,51 ± 0,19
ABL holesterīns, mmol/l	1,77 ± 0,09***	1,35 ± 0,05
ZBL holesterīns, mmol/l	3,27 ± 0,16	3,39 ± 0,19
TG mmol/l	1,08 ± 0,09	1,10 ± 0,08
Ne-ABL, mmol/l	3,72 ± 0,16	4,17 ± 0,20
APO A1, mg/dl	153.06 ± 8.85	138.61 ± 5.99

Vērtības tabulā attēlotas kā vidējā vērtība ± standartkļūda; \*\*\*  $p < 0.001$  un \*  $p < 0.05$ , salīdzinot ar grupu "Vīrieši"

Zinātniskajā literatūrā bieži vien tiek akcentēts, ka dažādas antropometrisko un bioķīmisko rādītāju sakarības precīzāk atspoguļo aptaukošanās veidu un pakāpi. Tāpēc šajā darbā tika aplūkotas arī dažas biežāk aprakstītās šāda veida rādītāju sakarības (skat. 6. tabulu). Kā redzams no tabulā apkopotajiem datiem, būtiskas atšķirības starp dzimuma grupām uzrāda tikai  $\text{KAI}$  ( $p = 0.029$ ).

#### 6. tabula

No antropometriskajiem mērījumiem izteikto indeksu un attiecību vidējās vērtības un to standartklūdas sievietēm un vīriešiem.

**Table 6**

Mean values and their SE of anthropometric indexes and ratios derived from anthropometric measurements.

Dzimums	Sievietes	Vīrieši
$\text{KMI}$ , $\text{kg/m}^2$	$27,45 \pm 0,96$	$27,85 \pm 0,61$
Vidukļa/gurnu attiecība	$0,81 \pm 0,01$	$0,92 \pm 0,01$
Vidukļa/auguma attiecība	$0,51 \pm 0,01$	$0,53 \pm 0,01$
$\text{KAI}$ , %	$30,16 \pm 0,91^*$	$25,42 \pm 0,57$
$\text{ZBL/ABL}$	$2,00 \pm 0,15$	$2,61 \pm 0,17$

Vērtības tabulā attēlotas kā vidējā vērtība  $\pm$  standartklūda

\*  $p < 0.05$ , salīdzinot ar grupu "Vīrieši"

#### 4.3. Abdominālo taukaudu segmentārais izvietojums atkarībā no dzimuma

Rezultāti liecina, ka kopējais abdominālo taukaudu daudzums nieru līmenī (no Th10 līdz L2 skriemelim) vīriešiem un sievietēm būtiski neatšķiras ( $F = 0.02$ ;  $p = 0.89$ ), tomēr vērojams būtiski atšķirīgs taukaudu segmentu proporcionālais sadalījums (skat. 7. tabulu).

#### 7. tabula

Vidējās taukaudu segmentu tilpumu vērtības un to standartklūdas sievietēm un vīriešiem.

**Table 7**

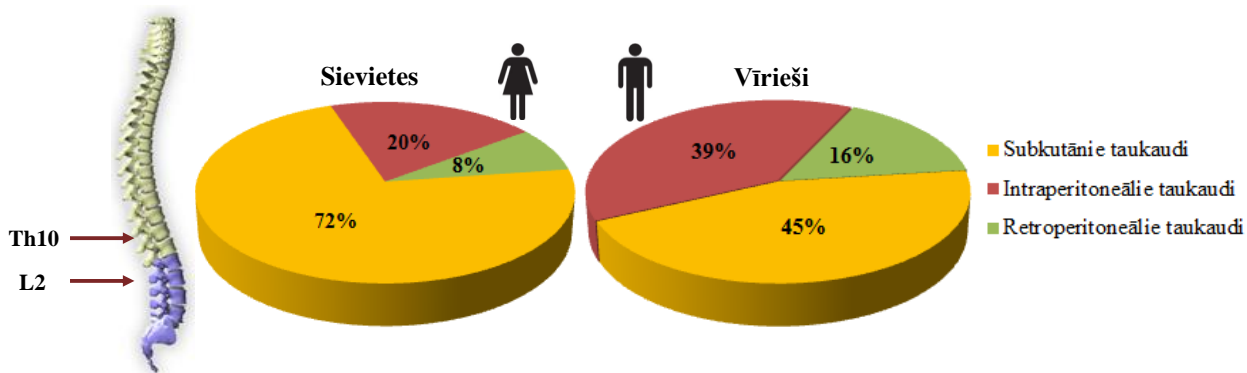
Mean values and their SE of adipose tissue segment volumes.

Dzimums	Retroperitoneālie taukaudi, $\text{cm}^3$	Intraperitoneālie taukaudi, $\text{cm}^3$	Subkutānie taukaudi, $\text{cm}^3$	Kopējie abdominālie taukaudi, $\text{cm}^3$
Sievietes	$217,84 \pm 24,68^{**}$	$609,99 \pm 85,38^{**}$	$2145,66 \pm 223,30^*$	$2973,49 \pm 315,42$
Vīrieši	$620,72 \pm 51,30$	$1414,81 \pm 160,54$	$1616,98 \pm 115,77$	$3652,51 \pm 307,21$

Vērtības tabulā attēlotas kā vidējā vērtība  $\pm$  standartklūda

\*\*  $p < 0.01$ , salīdzinot ar grupu "Vīrieši"

Uzskatāmības dēļ apļa diagrammās attēlots arī vidējais procentuālais abdominālo taukaudu sadalījums sievietēm un vīriešiem (skat. 12. attēlu). Kā redzams, kopumā sievietēm Th10 - L2 līmenī vidēji 72% no kopējiem abdomināliem taukaudiem lokalizējās zemādā un tikai vidēji 28% - intraabdomināli. Savukārt vīriešiem tikai vidēji 45% no kopējiem abdominālajiem taukaudiem lokalizējās zemādā un attiecīgi 55% - intraabdomināli.



**12. attēls.** Kopējo abdominālo taukaudu segmentu tilpumu procentuālais sadalījums sievietēm un vīriešiem analizējamajā līmenī.

**Figure 12.** Percentage of total abdominal adipose tissue segment volumes for women and men in the analysed level.

#### 4.4. Abdominālo taukaudu segmentu saistība ar antropometriskajiem rādītājiem

Lai gan zinātniskajā literatūrā ļoti plaši tiek aprakstīta vecuma ietekme uz taukaudu daudzumu, pētījuma rezultāti neuzrādīja pat ne vājas vai vidēji ciešas korelācijas ( $p > 0.05$ ) nedz vīriešu, nedz arī sievietu grupās. Šādus rezultātus visdrīzāk varētu skaidrot ar to, ka pētījumā tika rekrutētas personas vecumā no 30 – 45 gadiem un netika veikta salīdzinoša taukaudu segmentāras lokalizācijas analīze gados jaunām un vecām personām. Līdzīgi nedz vīriešu, nedz sievietu grupā netika konstatētas būtiskas korelācijas ( $p > 0.05$ ) starp dažādiem taukaudu segmentiem un augumu (skat. 8. un 9. tabulu).

8. tabulā apkopotās korelācijas liecina, ka viens no informatīvākajiem un kopējo abdominālo aptaukošanās pakāpi sievietēm raksturojošākajiem parametriem ir vidukļa un auguma attiecība ( $r > 0.85$ ;  $p < 0.0001$ ). Šī parametra trūkums ir tāds, ka tas specifiski neatspoguļo intraabdominālo taukaudu uzkrāšanos organismā. Vīriešu gadījumā konkrētā pētījuma rezultāti parāda, ka abdominālo aptaukošanos precīzāk raksturo vidukļa apkārtmērs un svars.

**8. tabula**

Abdominālo taukaudu segmentu tilpumu saistība ar antropometriskiem mērījumiem un to attiecībām sievietēm.

**Table 8**

Correlation of abdominal adipose tissue segment volumes with anthropometric measurements for women.

	Retroperitoneālie taukaudi (cm <sup>3</sup> )	Intraperitoneālie taukaudi (cm <sup>3</sup> )	Subkutānie taukaudi (cm <sup>3</sup> )	Intraabdominālie taukaudi (cm <sup>3</sup> )	Kopējie abdominālie taukaudi (cm <sup>3</sup> )
Svars (kg)	0,74 ***	NS	0,88 ***	NS	0,85 ***
Augums (cm)	NS	NS	NS	NS	NS
Vidukļa apkārtmērs (cm)	0,85 ***	0,83 ***	0,89 ***	0,85 ***	0,92 ***
Gurnu apkārtmērs (cm)	NS	NS	NS	NS	NS
KMI (kg/m <sup>2</sup> )	0,77 ***	0,73 ***	0,91 ***	0,75 ***	0,90 ***
KAI (%)	NS	NS	0,78 ***	NS	0,73 ***
Vidukļa/gurnu attiecība	NS	0,72 ***	NS	NS	0,72 ***
Vidukļa/auguma attiecība	<b>0,87 ***</b>	<b>0,87 ***</b>	<b>0,90 ***</b>	<b>0,89 ***</b>	<b>0,94 ***</b>

Tabulā attēlots Pīrsona korelācijas koeficients (r); \*\*\* p < 0.001; NS – korelācijas netiek novērotas, vai tās ir vājas.

**9. tabula**

Abdominālo taukaudu segmentu tilpumu saistība ar antropometriskiem mērījumiem un to attiecībām vīriešiem.

**Table 9**

Correlation of abdominal adipose tissue segment volumes with anthropometric measurements for men.

	Retroperitoneālie taukaudi (cm <sup>3</sup> )	Intraperitoneālie taukaudi (cm <sup>3</sup> )	Subkutānie taukaudi (cm <sup>3</sup> )	Intraabdominālie taukaudi (cm <sup>3</sup> )	Kopējie abdominālie taukaudi (cm <sup>3</sup> )
Svars (kg)	<b>0,71 ***</b>	<b>0,81 ***</b>	<b>0,85 ***</b>	<b>0,81 ***</b>	<b>0,86 ***</b>
Augums (cm)	NS	NS	NS	NS	NS
Vidukļa apkārtmērs (cm)	<b>0,75 ***</b>	<b>0,81 ***</b>	<b>0,82 ***</b>	<b>0,82 ***</b>	<b>0,85 ***</b>
Gurnu apkārtmērs (cm)	NS	NS	NS	NS	NS
KMI (kg/m <sup>2</sup> )	NS	0,81 ***	0,78 ***	0,80 ***	0,83 ***
KAI (%)	NS	NS	NS	NS	NS
Vidukļa/gurnu attiecība	NS	NS	NS	NS	NS
Vidukļa/auguma attiecība	NS	0,76 ***	0,72 ***	0,77 ***	0,78 ***

Tabulā attēlots Pīrsona korelācijas koeficients (r); \*\*\* p < 0.001; NS – korelācijas netiek novērotas, vai tās ir vājas.

Kopumā nedz sievietēm, nedz vīriešiem neviens no antropometriskajiem mērījumiem vai to attiecībām specifiski neraksturo kopējo intraabdominālo taukaudu vai to atsevišķo segmentu taukaudu daudzumu.

**4.5. Abdominālo taukaudu segmentu saistība ar lipidogrammas rādītājiem**

Gan sieviešu (skat. 10. tabulu), gan arī vīriešu (skat. 11. tabulu) grupās, tika novērotas būtiskas (p < 0.05) korelācijas starp TG un intraabdominālo taukaudu segmentiem. Svarīgi, ka

TG neuzrāda statistiski ticamas korelācijas ar subkutānajiem taukaudiem. Līdz ar to TG var uzskatīt par specifisku bioķīmisku marķieri intraabdominālās aptaukošanās diagnosticēšanai gan sievietēm, gan arī vīriešiem. Tā kā konkrētā pētījuma rezultāti liecina, ka vīriešiem ir būtiski vairāk intraabdominālo taukaudu, salīdzinot ar sievietēm, tad šis fakts izskaidro arī to, kāpēc TG ar intraperitoneālajiem taukaudiem korelē stingrāk nekā sievietēm (vīriešiem  $r = 0.72$ , sievietēm  $r = 0.51$ ).

#### 10. tabula

Abdominālo taukaudu segmentu tilpumu saistība ar lipidoogrammas parametriem sievietēm.

**Table 10**

Correlation of abdominal adipose tissue segment volumes with lipid profile parameters for women.

	Retroperitoneālie taukaudi (cm <sup>3</sup> )	Intraperitoneālie taukaudi (cm <sup>3</sup> )	Subkutānie taukaudi (cm <sup>3</sup> )	Intraabdominālie taukaudi (cm <sup>3</sup> )	Kopējie abdominālie taukaudi (cm <sup>3</sup> )
KH (mmol/l)	NS	NS	NS	NS	NS
ZBL holesterīns (mmol/l)	NS	NS	NS	NS	NS
ABL holesterīns (mmol/l)	NS	NS	NS	NS	NS
TG (mmol/l)	<b>0,69 **</b>	<b>0,51 **</b>	NS	0,57 **	0,42 *
Ne ABL (mmol/l)	NS	NS	NS	NS	NS
APO A1 (mg/dl)	-0,43 *	-0,43 *	-0,68 *	-0,44 *	-0,66 *

Tabulā attēlots Pīrsona korelācijas koeficients ( $r$ ); \*\* $p < 0.01$ ; \*  $p < 0.05$ ; NS – korelācijas netiek novērotas vai tās ir vājas.

Tikai sievietēm tika novērotas vidēji ciešas korelācijas starp visiem abdominālo taukaudu segmentiem un APO A1, turklāt stingrākas korelācijas vērojamas tieši ar subkutāno taukaudu segmentu. Tā kā vīriešiem subkutāno taukaudu kopumā ir mazāk, tad, iespējams, šis fakts arī skaidro, kāpēc vīriešu grupā vispār netiek novērotas taukaudu segmentu korelācijas ar APO A1.

#### 11. tabula

Abdominālo taukaudu segmentu tilpumu saistība ar lipidoogrammas parametriem vīriešiem.

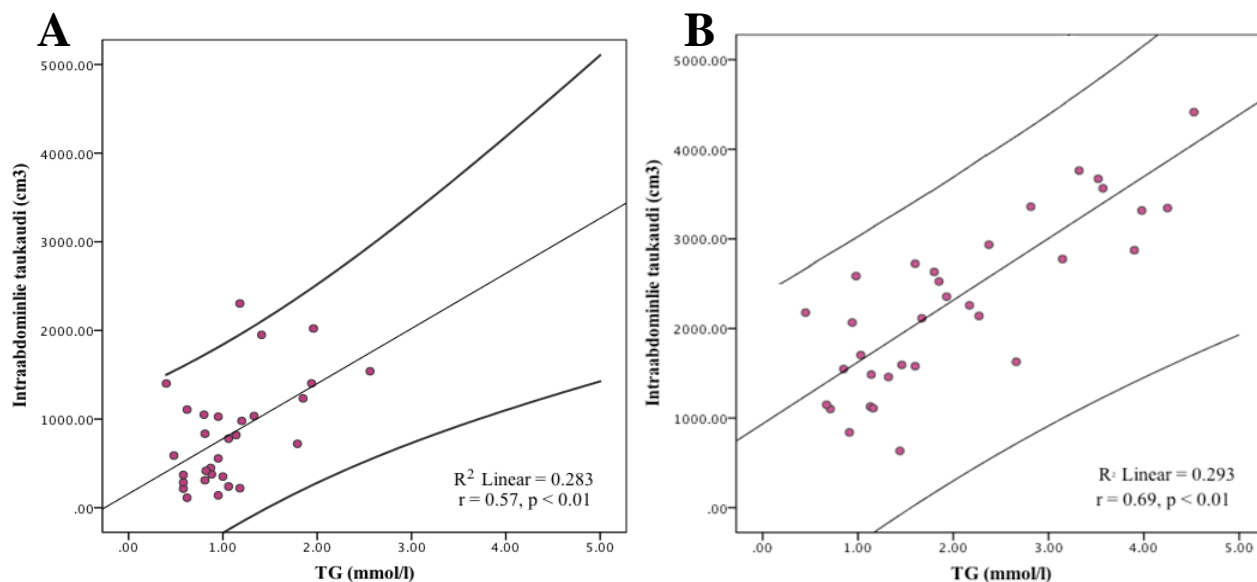
**Table 11**

Correlation of abdominal adipose tissue segment volumes with lipid profile parameters for men.

	Retroperitoneālie taukaudi (cm <sup>3</sup> )	Intraperitoneālie taukaudi (cm <sup>3</sup> )	Subkutānie taukaudi (cm <sup>3</sup> )	Intraabdominālie taukaudi (cm <sup>3</sup> )	Kopējie abdominālie taukaudi (cm <sup>3</sup> )
KH (mmol/l)	0,40 *	NS	NS	NS	NS
ZBL holesterīns (mmol/l)	0,50 **	NS	NS	NS	NS
ABL holesterīns (mmol/l)	-0,41 *	-0,55 **	NS	-0,53 **	-0,49 **
TG (mmol/l)	<b>0,53 **</b>	<b>0,72 ***</b>	NS	0,69 **	0,65 **
Ne ABL (mmol/l)	0,50 **	0,41 *	NS	0,44 *	NS
APO A1 (mg/dl)	NS	NS	NS	NS	NS

Tabulā attēlots Pīrsona korelācijas koeficients ( $r$ ); \*\*\*  $p < 0.001$ ; \*\* $p < 0.01$ ; \*  $p < 0.05$ ; NS – korelācijas netiek novērotas vai tās ir vājas.

Kopējās intraabdominālo taukaudu un TG koncentrācijas korelācijas arīdzan ir būtiskas abiem dzimumiem, ko uzskatāmi ataino 13. attēls.



**13. attēls.** Intraabdominālo taukaudu un TG koncentrācijas korelācijas sievietēm (A) un vīriešiem (B). Regresijas līkne un vidējai ticamības intervāls (95 %).

**Figure 13.** Correlation between intra-abdominal adipose tissue and TG concentration for women (A) and men (B). Regression curve and mean confidence interval lines (95%).

## 5. DISKUSIJA

### 5.1. Abdominālo taukaudu segmentāra tilpuma mērīšana

Šī darba mērķa realizēšanai pastarpināti tika izstrādāts protokols abdominālo taukaudu segmentācijai DT attēlos, izmantojot 3D-DOCTOR programnodrošinājumu. Kopumā rezultāti parāda, ka taukaudu segmentēšanas protokols ir izmantojams un nav būtisku mērījuma atšķirību nedz viena pētnieka atkārtotos mērījumos, nedz arī mērījumos, kuri veikti starp diviem pētniekiem, kuri neatkarīgi viens no otra pēc nejaušības principa "akli" veica mērījumus.

Viens no būtiskiem trūkumiem, apstrādājot DT attēlus ar 3D-DOCTOR programnodrošinājumu, ir laikietilpība. Vienas izmeklējamās personas datu apstrāde vidēji aizņēma 1h. Gadījumā, ja cilvēciskās kļūdīšanās rezultātā netika definētas HV, attiecīgajam slānim noteiktais taukaudu tilpums bija nepatiess. Šādu slāņu identificēšana šai programmai ir pietiekami komplicēta, tādēļ tas mērīšanas procesu vēl vairāk paildzināja. Tādēļ atsevišķām izmeklējamām personām attēlu apstrāde aizņēma pat līdz 2h. Tas nozīmē, ka šāda datu apstrāde ir sarežģīti piemērot plašiem pētījumiem.

Izvēloties šādu metodi, pirms tam jāveic rūpīga izmeklējamo personu atlase pēc iegūtajiem DT attēliem. Tā kā pētījumā tika iesaistītas personas ar dažādu aptaukošanās daudzumu, dažām no tām aptaukošanās procents bija tik liels, ka, izvērtējot ar DT iegūtos attēlus varēja konstatēt, ka ķermeņa apmēri pārsniedz ar DT nosakāmo laukumu. Tā rezultātā daļa no subkutānajiem taukaudiem netika ietverta attēlā. Šādi izmeklējuma trūkumi var apgrūtināt subkutāno taukaudu izpēti.

Lai varētu veikt precīzākus mērījumus, būtu nepieciešams vēl precīzāk definēt robežu starp intraperitoneālo un retroperitoneālo taukaudu segmentiem. Iespējams no pētījuma būtu jāizslēdz personas, kurām ir ļoti netipisks nieru izvietojums. Šajā pētījumā bija viena persona, kurai kreisā niere bija ļoti izteikti sānu daļā, nevis mugurpusē, tāpēc bija grūti definēt pamattēlu, kurā tika noteikta robeža starp intraperitoneāliem un retroperitoneāliem taukaudiem.

Kā rāda Blanda un Altmana grafiki, šim darbam izstrādātais DT attēlu segmentēšanas un abdominālo taukaudu mērīšanas protokols ir derīgs, jo mērījumu atkārtojamība viena pētnieka un divu pētnieku ietvaros būtiski neatšķīrās. Divu pētnieku ietvaros lielākā standartnovirze tika novērota subkutāno taukaudu slānim. To varētu skaidrot ar faktu, ka šis slānis pats par sevi ir lielāks, ko parāda noteiktais taukaudu slāņu procentuālais sadalījums. Liela standartnovirze ir arī retroperitoneālajam slānim, ko visdrīzāk rada anatomisko marķieru robežas nekonsekvence.

Salīdzinoši, viena pētnieka ietvaros redzams, ka mērījumu starpības un standartnovirzes ir daudz mazākas, kas norāda uz to, ka mērījumi ir atkārtojami, taču nepieciešams precizēt mērījuma protokolu, lai mazinātu atšķirības divu pētnieku starpā.

Rezultāti parādīja, ka šajā darbā intraabdominālo taukaudu dalījums retroperitoneālajos un intraperitoneālajos taukaudos nebija būtisks, jo retroperitoneālais taukaudu slānis atsevišķi neuzrādīja būtiski lielāku korelāciju kā citi slāņi ne ar antropometriski, ne bioķīmiski noteiktajiem parametriem. Taču iespējams šāds dalījums būtu būtisks pētījumos, kur tiktu noteikti specifiskāki bioķīmiskie parametri (piemēram, dažādi adipokīni).

## **5.2. Abdominālo taukaudu segmentārais izvietojums atkarībā no dzimuma**

Attiecībā uz abdominālo taukaudu segmentiem vērojama tendence, ka, lai gan kopējais taukaudu daudzums abiem dzimumiem būtiski neatšķiras, katrs taukaudu segments atsevišķi proporcionalitātes ziņā ir būtiski atšķirīgs starp dzimumiem. Sievietēm būtiski ( $p < 0.01$ ) lielāks ir tieši subkutāno taukaudu slānis, taču vīriešiem būtiski ( $p < 0.01$ ) lielāks ir intraabdominālo taukaudu slānis. Jāatzīmē, ka tieši palielināts intraabdominālo taukaudu daudzums tiek uzskatīts kā viens no iespējamajiem riska faktoriem kardiovaskulāro saslimšanu, metabolā sindroma un II tipa cukura diabēta attīstībā.

Pētījumā, kurā arī tika izmantota DT attēldiagnostikas metode, lai noteiktu intraabdominālo taukaudu tilpumu vīriešiem, kam nebija raksturīga aptaukošanās, intraperitoneālo taukaudu tilpuma vidējā vērtība un standartnovirze bija  $1.96 \pm 1.13$  L, bet retroperitoneālo taukaudu tilpuma vidējā vērtība un standartnovirze bija  $0.78 \pm 0.51$  L (Sjöström, 1996). Jāatzīmē, ka šīs vērtības ir ļoti tuvas tām, kas tika noteiktas konkrētajā darbā. Savukārt S. Lemjē un līdzautoru pētījumā (Lemieux *et al.*, 1993), salīdzinot vīriešus un sievietes ar vienādu ķermeņa taukaudu masu, tika noteikts, ka vīriešiem bija aptuveni divreiz vairāk intraabdominālo taukaudu nekā sievietēm. Šie rezultāti sakrīt ar konkrētajā darbā iegūtajiem, jo sievietēm noteiktais procentuālais intraabdominālo taukaudu daudzums vidēji bija 28 %, bet vīriešiem 55 %, kas ir gandrīz divreiz vairāk. Arī pētījumā, kurā izmantoja DT un DXA metodes taukaudu analizēšanai, tika iegūti līdzīgi rezultāti kā šajā darbā. Lai gan kopējais abdominālo taukaudu daudzums starp dzimumiem būtiski neatšķīrās, vīriešiem bija ievērojami lielāks intraabdominālo taukaudu daudzums nekā sievietēm (Anjana *et al.*, 2004).

### 5.3. Pētāmo personu antropometriskie un bioķīmiskie parametri

Vidējās antropometriski noteikto parametru vērtības uzrādīja būtisku gurnu apkārtmēra dzimumatšķirību. Šo sakarību, iespējams, var skaidrot ar faktu, ka sievietēm vairāk raksturīgs ginoīdais (bumbierveida) tauku lokalizācijas tips, kad tauki vairāk uzkrājas gurnos un augšstilbos, taču vīriešiem vairāk raksturīgs androīdais (ābolveida) tauku lokalizācijas tips, kad tauki lokalizējas tieši vēderdaļā. Pētījumā, kurā piedalījās pusmūža sievietes, tika noskaidrots, ka liels gurnu apkārtmērs ir spēcīgs neatkarīgais riska faktors vairākām veselības problēmām vēlākajos gados un saistīts ar lielāku koronāro sirds slimību un kardiovaskulāro slimību risku, kā arī ar palielinātu mirstības līmeni. Vīriešiem, savukārt, gurnu apkārtmērs šādu saistību neuzrādīja (Heitmann *et al.*, 2004).

Dzimumatšķirība vērojama arī ABL holesterīna līmenī. Tās līmenis asins serumā ir būtiski augstāks sievietēm. Lai arī ne būtiski, tomēr APO A1 daudzums arī ir lielāks sievietēm. Tā kā sievietēm ir procentuāli vairāk subkutāno taukaudu, iespējams tāpēc vērojamas “labo” lipoproteīnu augstākas koncentrācijas asinīs.

No antropometriki noteikto parametru attiecībām un indeksiem būtiskas dzimumatšķirības tika novērotas vienīgi  $\text{KAI}$ . Šī indeksa noteikšanā tiek izmantots gurnu apkārtmēra un auguma attiecība, tāpēc svarīgi atzīmēt, ka sievietēm kopumā raksturīgi platāki gurni un īsāks augums, taču vīriešiem - šaurāki gurni un garāks augums. No tā izriet, ka sievietēm šī indeksa vērtība jebkurā gadījumā būs lielāka (ko arī pierāda iegūtie rezultāti), kas nozīmē, ka šis indekss nav piemērots dzimumu salīdzināšanai. Pie līdzīga secinājuma nonāca arī kādā pētījumā, kur tika salīdzināts  $\text{KMI}$  un  $\text{KAI}$  –  $\text{KAI}$  aprēķināšanā atšķirībā no  $\text{KMI}$  tiek izmantots antropometriskais parametrs, kuru ietekmē dzimums (gurnu apkārtmērs), tāpēc tā precizitāte ir apšaubāma. Tāpat tika arī atzīmēts, ka gurnu apkārtmērs ir parametrs, kas tiek noteikts manuāli, tāpēc var būt kļūdu iemesls tālākos aprēķinos, jo ir pakļauts cilvēciskajam faktoram. Turklāt  $\text{KAI}$  aprēķināšanas formulā nav iekļauti parametri, kas būtu tieši saistīti ar abdominālo aptaukošanos, kam raksturīgi dažādu slimību riski (Suchanek *et al.*, 2012). Tā kā  $\text{KMI}$  būtiskas dzimumatšķirības neuzrādīja, var teikt, ka konkrētā darba ietvaros tas ir precīzāks indekss nekā  $\text{KAI}$ . Savukārt  $\text{KAI}$  ir salīdzinoši nesen ieviests indekss, un nepieciešams veikt tālākus pētījumus, lai izvērtētu tā lietderību. Salīdzinoši jaunā pētījumā tika noskaidrots, ka, lai gan  $\text{KAI}$  bija labāks ķermeņa procentuālās taukaudu masas noteicējs nekā  $\text{KMI}$  normāla un palielināta svara abu dzimumu indivīdiem, aptaukošanās gadījumā precīzāks izrādījās  $\text{KMI}$  (Sun *et al.*, 2013).

#### 5.4. Abdominālo taukaudu segmentu saistība ar antropometriskajiem rādītājiem

Šajā darbā korelācijas analīze nedz sievietēm, nedz vīriešu grupā neuzrādīja vecuma saistību ar kādu no taukaudu segmentiem. Pētījumā, kur tika analizēti intraabdominālo un subkutāno taukaudu laukumi, kas noteikti ar DT metodi, un izdalītas četras sievietes vecuma grupas (1. grupa  $28 \pm 4$  gadi, 2. grupa  $46 \pm 2$  gadi, 3. grupa  $53 \pm 2$  gadi, 4. grupa  $67 \pm 6$  gadi), tika noskaidrots, ka, palielinoties vecumam, pieaug intraabdominālo taukaudu daudzums (vidēji par  $2,36 \text{ cm}^2$  gadā), kā arī 3. un 4. grupai subkutāno taukaudu daudzums bija ievērojami lielāks nekā 1. grupai (DeNino *et al.*, 2001). Tomēr jāatzīmē, ka gadu starpība starp 1. un 2. grupu šajā pētījumā bija vislielākā, tāpēc, iespējams, ja tiktu izdalīta vēl papildus vecuma starp abām šīm grupām, rezultāti varētu būt precīzāki, un, iespējams, sakristu ar konkrētajā darbā iegūtajiem.

Abdominālo taukaudu korelatīva analīze ar dažādiem antropometriskajiem parametriem, to attiecībā un indeksiem sievietes grupā uzrādīja saistību ar vidukļa/auguma attiecību, bet vīriešu grupā ar svaru un vidukļa apkārtmēru. Citā pētījumā, savukārt, no antropometriskajiem parametriem visciešākā saistība ar intraabdominālajiem taukaudiem bija  $\text{KMI}$  un vidukļa apkārtmēram, taču nepastāvēja saistība ar vidukļa/gurnu apkārtmēra attiecību (von Eyben *et al.*, 2006).

Pētījumā, kurā tika analizētas personas, kam ir un nav raksturīga aptaukošanās, tika noskaidrots, ka grupā ar aptaukošanos kopējais abdominālais un subkutānais taukaudu slānis korelē ar  $\text{KMI}$ , vidukļa un gurnu apkārtmēru, bet intraabdominālais slānis korelē tikai ar vidukļa apkārtmēru. Grupā bez aptaukošanās, savukārt, gan kopējais abdominālais un subkutānais slānis, gan intraabdominālais slānis korelē ar  $\text{KMI}$ , vidukļa un gurnu apkārtmēru, kā arī ar vidukļa/gurnu apkārtmēra attiecību (El-Dayem *et al.*, 2012). Taču jāpiebilst, ka šajā pētījumā vispār netika izskatīts vidukļa/auguma attiecības parametrs, kā arī abās grupās netika novērotas dzimumatšķirības ne antropometriskajiem parametriem, ne DT rezultātiem, tāpēc rezultāti nebija dzimumdiferencēti.

Konkrētajā darbā  $\text{KMI}$  visciešākā saistība veidojās tieši ar subkutānajiem taukaudiem, kas varētu liecināt par to, ka šis indekss specifiski neraksturo intraabdominālo aptaukošanos. Sievietēm korelācija bija izteiktāka ( $r = 0.91$ ) nekā vīriešiem ( $r = 0.78$ ), kas, savukārt varētu būt saistīts ar procentuāli lielāku subkutāno daudzumu sievietēm.

## 5.5. Abdominālo taukaudu segmentu saistība ar lipidogrammas rādītājiem

Darbā iegūtie rezultāti uzrādīja interesantu sakarību – abās dzimuma grupās vienīgi TG daudzums būtiski korelēja tieši ar intraabdominālo taukaudu daudzumu, bet ne ar subkutāno taukaudu daudzumu.

Kādā pētījumā, kur ar MR metodi tika noteikts intraabdominālo taukaudu laukums L4-L5 skriemeļu līmenī un izvērtēta tā saistība ar lipidogrammas rādītājiem, tika noskaidrots, ka veidojās negatīva korelācija ar ZBL holesterīnu. Šāda sakarība, iespējams, izskaidro ZBL holesterīna saistības trūkumu ar kardiovaskulārajiem rādītājiem cilvēkiem ar aptaukošanos. Pozitīva korelācija veidojās ar ĻZBL holesterīna un TG daudzumu ( $p < 0.05$ ). Līdzīgi kā konkrētajā darbā, intraabdominālie taukaudi labāk atspoguļoja lipidogrammas rādītājus, jo subkutānie taukaudi ar tiem korelācijas neveidoja, kas kopumā ir saskaņā ar citiem pētnieciskajiem ziņojumiem. Ne-ABL holesterīns neveidoja korelāciju ne ar intraabdominālajiem, nedz subkutānajiem taukaudiem, tādēļ tas varētu būt labāks rādītājs nekā ZBL holesterīns personām ar palielinātu intraabdominālo aptaukošanos (Hoenig *et al.*, 2011).

Pētījumā, kurā bija iesaistīti tikai vīrieši, ar DT noteiktais subkutāno taukaudu laukums neuzrādīja korelāciju ne ar vienu holesterīna veidu. Savukārt intraabdominālie taukaudi pozitīvi korelēja ar ĻZBL un ZBL holesterīnu, bet negatīvi korelēja ar ABL holesterīnu (Okazaki *et al.*, 2005). Arī konkrētajā darbā vīriešu grupā intraabdominālie taukaudi veidoja negatīvu korelāciju ar ABL holesterīnu. Kopumā šī sakarība ir loģiska, jo ABL holesterīns tiek uzskatīts kā „labais” holesterīns, taču intraabdominālie taukaudi kā „sliktie” tauki. Un, tā kā vīriešiem ir izteikti vairāk intraabdominālo taukaudu nekā sievietēm, ir arī attiecīgi mazāk „labā” holesterīna.

Ir izteikts pieņēmums, ka intraabdominālā aptaukošanās saistīta ar palielinātu TG daudzumu. Šajā pašā pētījumā starp intraabdominālajiem taukaudiem un TG daudzumu veidojās korelācija ( $r = 0.536$ ,  $p < 0.0001$ ). TG pieaugums tika skaidrots ar palielinātu ĻZBL holesterīna daudzumu (Okazaki *et al.*, 2005). Tā kā konkrētajā darbā netika noteikta ĻZBL holesterīna vērtība, bet noteiktā Ne-ABL holesterīna vērtība to iekļauj, un vīriešu grupā tā uzrādīja korelāciju ar intraabdominālo taukaudu segmentu, starp šiem rezultātiem vērojamas zināmas saistības.

## 6. SECINĀJUMI

1. Izstrādātais DT attēlu apstrādes protokols ir pielietojams abdominālo taukaudu segmentēšanai un to tilpumu izvērtēšanai.
2. Abu dzimumu grupās intraabdominālo taukaudu relatīvo daudzumu pieaugušiem, praktiski veseliem cilvēkiem vislabāk raksturo TG koncentrācija asins serumā.
3. Abu dzimumu grupās neviens no antropometriskiem mērījumiem, no tiem izteiktajiem indeksiem un attiecībām specifiski neraksturo kopējo intraabdominālo taukaudu, vai to atsevišķo segmentu (intraperitoneālo vai retroperitoneālo) taukaudu daudzumu.
4. Kopējais abdominālo taukaudu daudzums nieru līmenī vīriešiem un sievietēm būtiski neatšķiras, tomēr, vērojams būtiski atšķirīgs taukaudu segmentu proporcionālais sadalījums.

## **7. PATEICĪBA**

Vislielāko pateicību izsaku savai bakalaura darba vadītājai Gitai Krieviņai par darba vadīšanu un palīdzību pētījuma veikšanā, datu iegūšanā, apstrādē un literatūras materiāla ievākšanā.

Kā arī paldies Līgai Ozoliņai-Moll par metodiskajiem norādījumiem.

## 8. LITERATŪRAS SARAKSTS

- Abate N., Burns D., Peshock R.M., Garg A., Grundy S.M. 1994. Estimation of adipose tissue mass by magnetic resonance imaging: validation against dissection in human cadavers. – *Journal of Lipid Research*, 35 (8): 1490–1496.
- Anjana M., Sandeep S., Deepa R., Vimalaswaran K.S., Farooq S., Mohan V. 2004. Visceral and central abdominal fat and anthropometry in relation to diabetes in Asian Indians. – *Diabetes care*, 27 (12): 2948–2953.
- Anonymous 2008. <http://www.kidport.com/reflib/science/humanbody/skeletalsystem/Spine.htm>
- Anonymous. <http://healthcare.siemens.com/computed-tomography/single-source-ct/somatom-definition-as/technical-specifications>
- Bergman R.N., Stefanovski D., Buchanan T.A., Sumner A.E., Reynolds J.C., Sebring N.G., Xiang A.H., Watanabe R.M. 2011. A better index of body adiposity. – *Obesity*, 19 (5): 1083–1089.
- Bjørndal B., Burri L., Staalesen V., Skorve J., Berge R.K. 2011. Different adipose depots: their role in the development of metabolic syndrome and mitochondrial response to hypolipidemic agents. – *Journal of Obesity*, 2011 (2011): ID 490650.
- Björntorp P. 1985. Obesity and the risk of cardiovascular disease. – *Annals of Clinical Research*, 17 (1): 3–9.
- Bosello O., Zamboni M. 2000. Visceral obesity and metabolic syndrome. – *Obesity Reviews*, 1 (1): 47–56.
- Chopra J., Rani A., Rani A., Srivastava A.K., Sharma P.K. 2011. Re-evaluation of superficial fascia of anterior abdominal wall: a computed tomography study. – *Surgical and Radiologic Anatomy*, 33 (10): 843–849.
- Chowdhury B., Sjöström L., Alpsten M., Kostanty J., Kvist H., Löfgren R. 1994. A multicompartiment body composition technique based on computerized tomography. – *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.*, 18 (4): 219–234.
- Chughtai H.L., Morgan T.M., Rocco M., Stacey B., Brinkley T.E., Ding J., Nicklas B., Hamilton C., Hundley W.G. 2010. Renal sinus fat and poor blood pressure control in middle-aged and elderly individuals at risk for cardiovascular events. – *Hypertension*, 56 (5): 901–906.
- Darimont C., Avanti O., Blancher F. 2007. Contribution of mesothelial cells in the expression of inflammatory-related factors in omental adipose tissue of obese subjects. – *International Journal of Obesity*, 32 (1): 112–120.
- DeNino W.F., Tchernof A., Dionne I., Toth M.J., Ades P.A., 2001. Contribution of abdominal adiposity to age-related differences in insulin sensitivity and plasma lipids in healthy nonobese women. *Diabetes Care*; 24 (5): 925 - 932.
- Deschênes D., Couture P., Dupont P., Tchernof A. 2003. Subdivision of the subcutaneous adipose tissue compartment and lipid-lipoprotein levels in women. – *Obesity research*, 11 (3): 469–476.
- Eknoyan G. 2006. A history of obesity, or how what was good became ugly and then bad. – *Advances in Chronic Kidney Disease*, 13 (4): 421–427.

- Eknoyan G. 2008. Adolphe Quetelet (1796-1874) – the average man and indices of obesity. – *Nephrol. Dial. Transplant.*, 23 (1): 47–51.
- El-Dayem S.M.A., El-Masry S.A., Elghawaby H., Amin F.G., Ibrahim I.A. 2012. Total and Intra-Abdominal Fat Distribution in Obese Adolescents Using Different Techniques: Anthropometry, BIA and CT. *Maced J Med Sci. – Macedonian Journal of Medical Sciences*, 5 (3): 269–274.
- Ferland M., Després J.P., Tremblay A., Pinault S., Nadeau A., Moorjani S., Lupien P.J., Thériault G., Bouchard C. 1989. Assessment of adipose tissue distribution by computed axial tomography in obese women: association with body density and anthropometric measurements. – *The British Journal of Nutrition*, 61 (2): 139–148.
- Fernandez M.L., Webb D. 2008. The LDL to HDL cholesterol ratio as a valuable tool to evaluate coronary heart disease risk. – *Journal of the American College of Nutrition*, 27 (1): 1–5.
- Flegal K.M., Carroll M.D., Kit B.K., Ogden C.L. 2012. Prevalence of obesity and trends in the distribution of body mass index among US adults, 1999–2010. – *The Journal of the American Medical Association*, 307 (5): 491–497.
- Foster M.C., Hwang S.J., Porter S.A., Massaro J.M., Hoffmann U., Fox C.S. 2011. Development and reproducibility of a computed tomography-based measurement of renal sinus fat. – *BMC Nephrology*, 12:52 doi: 10.1186/1471-2369-12-52.
- Freedman D.S., Thornton J.C., Pi-Sunyer F.X., Heymsfield S.B., Wang J., Pierson R.N. Jr, Blanck H.M., Gallagher D. 2012. The body adiposity index (hip circumference ÷ height(1.5)) is not a more accurate measure of adiposity than is BMI, waist circumference, or hip circumference. – *Obesity*, 20 (12): 2438–2444.
- Fujioka S., Matsuzawa Y., Tokunaga K., Tarui S. 1987. Contribution of intra-abdominal fat accumulation to the impairment of glucose and lipid metabolism in human obesity. – *Metabolism*, 36 (1): 54–59.
- Galic S., Oakhill J.S., Steinberg G.R. 2010. Adipose tissue as an endocrine organ. – *Molecular and Cellular Endocrinology*, 316 (2): 129–139.
- Gimeno R.E., Klamann L.D. 2005. Adipose tissue as an active endocrine organ: recent advances. – *Current Opinion in Pharmacology*, 5: 122–128.
- Golan R., Shelef I., Rudich A., Gepner Y., Shemesh E., Chassidim Y., Harman-Boehm I., Henkin Y., Schwarzfuchs D., Ben Avraham S., Witkow S., Liberty I.F., Tangi-Rosental O., Sarusi B., Stampfer M.J., Shai I. 2012. Abdominal superficial subcutaneous fat: a putative distinct protective fat subdepot in type 2 diabetes. – *Diabetes Care*, 35 (3): 640–647.
- Gower B.A., Nagy T.R., Goran M.I., Toth M.J., Poehlman E.T. 1998. Fat distribution and plasma lipid-lipoprotein concentrations in pre- and postmenopausal women. – *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.*, 22 (7): 605–611.
- Havel R.J., Kane J.P. 1995. Introduction: structure and metabolism of plasma lipoproteins. In: Scriver C.R., Beaudet A.L., Sly W.S., Valle D., eds. *The Metabolic and Molecular Bases of Inherited Disease*. 7th ed. New York: McGraw-Hill: 1841-1851.
- Heitmann B.L., Frederiksen P., Lissner L. 2004. Hip circumference and cardiovascular morbidity and mortality in men and women. – *Obesity Research*, 12 (3): 482–487.

- Hirsch J. 1984. Research on adipose tissue and the first 25 years of the Journal of Lipid Research. – *Journal of Lipid Research*, 25 (13): 1437–1441.
- Hoening M.R. 2008. Implications of the obesity epidemic for lipid-lowering therapy: Non-HDL cholesterol should replace LDL cholesterol as the primary therapeutic target. – *Vascular Health and Risk Management*, 4 (1): 143–145.
- Hoening M.R., Cowin G., Buckley R., McHenry C., Coulthard A., 2011. Low density lipoprotein cholesterol is inversely correlated with abdominal visceral fat area: a magnetic resonance imaging study. *Lipids in Health and Disease* 2011, **10**:12
- Ibrahim M.M. 2010. Subcutaneous and visceral adipose tissue: structural and functional differences. – *Obesity reviews*, 11 (1): 11–18.
- Kalra M. K., Brady Th.J. 2006. CARE Dose4D. New Techniques for radiatioom dose reduction. – *Somatom Sessions*, 19: 28–31.
- Kawano J., Arora R. 2009. The role of adiponectin in obesity, diabetes, and cardiovascular disease. – *Journal of the Cardiometabolic Syndrome*, 4 (1): 44–49.
- Kershaw E.E., Flier J.S. 2004. Adipose tissue as an endocrine organ. – *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 89 (6): 2548–2556.
- Kissebah A.H. 1997. Central obesity: measurement and metabolic effects. – *Diabetes Reviews* 5: 8–20.
- Kvist H., Chowdhury B., Grangard U., Tylén U., Sjöström L. 1988. Total and visceral adipose-tissue volumes derived from measurements with computed tomography in adult men and women: predictive equations. – *The American Journal of Clinical Nutrition*, 48 (6):1351–1361.
- Lago F., Dieguez C., Gomez-Reino J., Gualillo O. 2007. Adipokines as emerging mediators of immune response and inflammation. – *Nature Clinical Practice. Rheumatology*, 3 (12): 716–724.
- Lemieux S., Prud'homme D., Bouchard C., Tremblay A., Després J.P. 1993. Sex differences in the relation of visceral adipose tissue accumulation to total body fatness. – *The American Journal of Clinical Nutrition*, 58 (4): 463–467.
- McCarthy H.D., Cole T.J., Fry T., Jebb S.A., Prentice A.M. 2006. Body fat reference curves for children. – *International Journal of Obesity*, 30 (4): 598–602.
- Misra A., Khurana L. 2008. Obesity and the metabolic syndrome in developing countries. – *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 93 (11): S9–S30.
- Monteiro R., Azevedo I. 2010. Chronic inflammation in obesity and the metabolic syndrome. – *Mediators of Inflammation*, 2010 (2010): Article ID 289645.
- Muralidhara D.V., Muralidhara K.D. 2011. Recent advances in human brown fat physiology. – *Indian Journal of Physiology and Pharmacology*, 55 (3): 197–206.
- Myers M.G., Cowley M.A., Münzberg H. 2008. Mechanisms of leptin action and leptin resistance. – *Annual Review of Physiology*, 70: 537–556.
- O'Brien E., Asmar R., Beilin L., Imai Y., Mallion J.M., Mancia G., Mengden T., Myers M., Padfield P., Palatini P., Parati G., Pickering T., Redon J., Staessen J., Stergiou G., Verdecchia P. 2003. European Society of Hypertension recommendations for conventional,

- ambulatory and home blood pressure measurement. – *Journal of Hypertension*, 21 (5): 821–848.
- Okazaki M., Usui S., Sakai N., Nakamura T., Matsuzawa Y., Yamashita S. 2005. Identification of unique lipoprotein subclasses for visceral obesity by component analysis of cholesterol profile in high-performance liquid chromatography. *Atheroscler. Thromb Vasc. Biol.*; 25 (3): 578 – 584.
- Peters A.L. 2008. Clinical relevance of Non-HDL cholesterol in patients with diabetes. – *Clinical Diabetes*, 26 (1): 3–7.
- Pouliot M.C., Després J.P., Lemieux S., Moorjani S., Bouchard C., Tremblay A., Nadeau A., Lupien P.J. 1994. Waist circumference and abdominal sagittal diameter: best simple anthropometric indexes of abdominal visceral adipose tissue accumulation and related cardiovascular risk in men and women. – *The American Journal of Cardiology*, 73 (7): 460–468.
- Rahman M., Berenson A.B. 2010. Accuracy of current body mass index obesity classification for white, black, and Hispanic reproductive-age women. – *Obstetrics and Gynecology*, 115 (5): 982–988.
- Ravussin E., Galgani J.E. 2011. The implication of brown adipose tissue for human. – *Annual Review of Nutrition*, 31: 33–47.
- Rodriguez-Hernandes H., Simental-Mendia L.E., Rodriguez-Ramirez G., Reyes-Romero M.A. 2013. Obesity and inflammation: epidemiology, risk factors, and markers of inflammation. – *International Journal of Endocrinology*, 2013 (2013): ID 678159.
- Rytka J.M., Wueest S., Schoenle E.J., Konrad D. 2011. The portal theory supported by venous drainage-selective fat transplantation. – *Diabetes*, 60 (1): 56–63.
- Sadeghi M., Pourmoghaddas Z., Hekmatnia A., Sanei H., Tavakoli B., Tchernof A., Roohafza H., Sarrafzadegan N. 2013. Abdominal fat distribution and serum lipids in patients with and without coronary heart disease. – *Archives of Iranian Medicine*, 16 (3): 149–153.
- Sam S., Haffner S., Davidson M.H., D'Agostino R.B. Sr, Feinstein S., Kondos G., Perez A., Mazzone T. 2008. Relationship of abdominal visceral and subcutaneous adipose tissue with lipoprotein particle number and size in type 2 diabetes. – *Diabetes*, 57 (8): 2022–2027.
- Sjöström L. 1996. A multicompartiment body composition technique based on computerized tomography. In: Angel A., Anderson H., Bouchard C., Lau D., Leiter L., Mendelson R. (eds) *Progress in Obesity Research: Proceedings of the Seventh International Congress on Obesity* (Toronto, Canada, August 20–25, 1994). John Libbey & Company, London, vol 7: 321–324.
- Suchanek P., Kralova Lesna I., Mengerova O., Mrazkova J., Lanska V., Stavek P. 2012. Which index best correlates with body fat mass: BAI, BMI, waist or WHR? – *Neuro Endocrinology Letters*, 33 Suppl 2: 78–82.
- Sun G., Cahill F., Gulliver W., Yi Y., Xie Y., Bridger T., Pace D., Zhang H. 2013. Concordance of BAI and BMI with DXA in the Newfoundland population. – *Obesity (SilverSpring, Md.)*, 21 (3): 499–503.
- Tchkonina T., Tchoukalova Y.D., Giorgadze N. 2004. Abundance of two human preadipocyte subtypes with distinct capacities for replication, adipogenesis, and apoptosis varies among fat depots. *American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism*, 288 (1): E267–E277.

- Vague J. 1947. La différenciation sexuelle, facteur déterminant des formes de l'obésité. – *Presse Med*, 30: 339–340.
- Van Greevenbroek M.M.J, Schalkwijk C.G., Stehouwer C.D.A. 2013. Obesity – associated low-grade inflammation in type 2 diabetes mellitus: causes and consequences. – *The Netherlands Journal of Medicine*, 71 (4): 174–187.
- Van Harmelen V., Röhring K., Hauner H. 2004. Comparison of proliferation and differentiation capacity of human adipocyte precursor cells from the omental and subcutaneous adipose tissue depot of obese subjects. – *Metabolism*, 53 (5): 632–637.
- Wajchenberg B.L. 2000. Subcutaneous and visceral adipose tissue: their relation to the metabolic syndrome. – *Endocrine Reviews*, 21 (6): 697–738.
- Zamboni M., Armellini F., Cominacini L., Turcato E., Todesco T., Bissoli L., Micciolo R., Bergamo-Andreis I.A., Bosello O. Obesity and regional body-fat distribution in men: separate and joint relationships to glucose tolerance and plasma lipoproteins. – *The American Journal of Clinical Nutrition*, 60 (5): 682–687.
- Zhang L., Zhou Y., Wan B., Lin M., Wang Y. 2005. Segmentation of Computed Tomography Image with Potential Function Clustering for Assessing Body Fat. – *Electronic Imaging and Multimedia Technology*, 4: 127–137.

# **PIELIKUMI**

Ar 3D-DOCTOR datorprogrammu noteikto abdominālo taukaudu segmentu tilpumi sievietēm

Nr.p.k.	Retroperitoneālo taukaudu tilpums, cm <sup>3</sup>	Intraperitoneālo taukaudu tilpums, cm <sup>3</sup>	Subkutāno taukaudu tilpums, cm <sup>3</sup>	Intraabdominālo taukaudu tilpums, cm <sup>3</sup>	Abdominālo taukaudu tilpums, cm <sup>3</sup>
1	197,22	581,32	1780,03	778,54	2558,56
2	141,81	446,79	1987,02	588,60	2575,62
3	78,26	207,82	1571,39	286,08	1857,47
4	48,33	64,09	423,63	112,42	536,05
5	212,65	814,02	2315,13	1026,68	3341,80
6	543,79	1406,33	6490,66	1950,13	8440,78
7	404,81	1617,03	3203,22	2021,84	5225,06
8	179,07	542,26	1774,22	721,33	2495,55
9	581,56	1722,37	3095,07	2303,93	5399,00
10	86,90	328,90	990,83	415,80	1406,63
11	206,55	900,59	1398,74	1107,14	2505,89
12	282,53	950,61	3848,65	1233,14	5081,79
13	326,43	708,30	2395,20	1034,73	3429,93
14	56,50	159,10	770,72	215,59	986,32
15	162,88	76,52	1750,06	239,40	1989,46
16	222,26	333,94	1545,53	556,20	2101,73
17	123,48	246,53	1687,61	370,00	2057,61
18	48,87	90,70	594,45	139,57	734,01
19	90,37	219,65	1000,77	310,02	1310,79
20	60,24	160,19	2442,19	220,43	2662,62
21	146,26	230,86	1265,88	377,12	1643,00
22	272,31	546,99	1960,61	819,30	2779,91
23	304,95	529,86	1975,63	834,81	2810,43
24	132,86	315,90	1553,20	448,76	2001,96
25	180,80	170,83	1151,04	351,63	1502,67
26	357,02	1046,25	2680,60	1403,27	4083,87
27	219,36	759,62	3362,42	978,98	4341,40
28	273,01	776,65	2388,25	1049,66	3437,92
29	281,89	1119,15	3490,69	1401,03	4891,72
30	312,31	1226,68	3476,27	1538,99	5015,26

Ar 3D-DOCTOR datorprogrammu noteikto abdoiminālo taukaudu segmentu tilpumi vīriešiem

Nr.p.k.	Retroperitoneālo taukaudu tilpums, cm <sup>3</sup>	Intraperitoneālo taukaudu tilpums, cm <sup>3</sup>	Subkutāno taukaudu tilpums, cm <sup>3</sup>	Intraabdominālo taukaudu tilpums, cm <sup>3</sup>	Abdoiminālo taukaudu tilpums, cm <sup>3</sup>
1	1127,07	3349,86	2422,97	4476,93	6899,90
2	808,71	2370,11	2879,48	3178,82	6058,30
3	634,28	1890,72	1619,78	2525,00	4144,78
4	568,53	559,29	1203,30	1127,82	2331,12
5	1054,86	3199,03	2507,60	4253,89	6761,49
6	570,82	1008,75	1203,32	1579,57	2782,89
7	762,78	1959,73	2343,30	2722,51	5065,81
8	368,14	472,20	1745,05	840,35	2585,40
9	463,12	1602,52	1384,05	2065,64	3449,69
10	376,24	772,66	1411,23	1148,90	2560,13
11	325,54	307,80	614,38	633,34	1247,72
12	993,12	1637,43	1429,14	2630,55	4059,69
13	740,59	1399,30	2027,89	2139,89	4167,78
14	1042,88	1541,82	2218,08	2584,70	4802,78
15	622,79	1635,22	2041,11	2258,02	4299,13
16	408,94	700,87	1075,60	1109,81	2185,41
17	728,61	864,59	1422,71	1593,20	3015,92
18	522,24	936,23	1422,97	1458,46	2881,44
19	134,68	236,62	948,83	371,30	1320,12
20	753,96	1600,80	896,96	2354,77	3251,73
21	388,29	1096,76	1489,21	1485,05	2974,27
22	584,96	2288,39	1586,25	2873,35	4459,60
23	513,94	1189,37	1382,29	1703,31	3085,60
24	607,06	1020,42	1037,75	1627,48	2665,23
25	1354,69	3630,08	3047,39	4984,77	8032,16
26	604,27	1509,67	1512,98	2113,94	3626,92
27	454,46	1093,07	1776,64	1547,54	3324,18
28	186,39	211,68	439,81	398,07	837,88
29	353,55	748,19	1133,63	1101,74	2235,37
30	566,07	1611,05	2285,66	2177,13	4462,79

3. pielikums  
Antropometriski noteiktie parametri sievietēm

Nr.p.k.	Vecums, gadi	Svars, kg	Augums, m	Vidukļa apkārtmērs, cm	Gurnu apkārtmērs, cm	Pulss, sitieni/min.	Sistoliskais asinsspiediens, mm/Hg	Diastoliskais asinsspiediens, mm/Hg
1	39	82	1,73	92	112	74	100	70
2	39	73	1,66	85	102	64	115	70
3	30	75	1,74	77	102	76	110	65
4	30	59	1,68	69	89	70	85	60
5	41	91	1,68	97	115	64	120	75
6	30	134	1,74	125	139	78	135	90
7	37	88	1,71	102	112	78	110	70
8	31	78	1,74	88	106	68	105	60
9	38	87	1,68	104	100	64	120	70
10	30	61	1,65	77	88	72	110	85
11	34	65	1,65	79	94	72	120	70
12	40	90	1,74	93	118	68	130	80
13	36	84	1,66	86	114	65	125	75
14	38	60	1,77	76	94	70	120	80
15	42	81	1,68	81	110	65	130	80
16	38	78	1,70	87	104	60	120	80
17	40	69	1,66	76	90	72	105	70
18	38	57	1,74	73	94	72	120	70
19	38	74	1,73	75	113	60	90	60
20	31	76	1,72	82	118	74	100	65
21	36	65	1,73	76	102	60	110	70
22	43	64	1,58	82	92	72	115	75
23	36	76	1,67	81	106	60	115	75
24	39	76	1,70	78	102	84	105	70
25	44	75	1,82	83	112	72	100	70
26	35	100	1,78	98	115	80	130	80
27	35	86	1,67	95	110	72	105	80
28	37	82	1,60	90	116	61	126	82
29	30	76	1,55	86	108	67	120	80
30	36	84	1,67	96	107	70	135	90

4. pielikums  
Antropometriski noteiktie parametri vīriešiem

Nr.p.k.	Vecums, gadi	Svars, kg	Augums, m	Vidukļa apkārtmērs, cm	Gurnu apkārtmērs, cm	Pulss, sitieni/min.	Sistoliskais asinsspiediens, mm/Hg	Diastoliskais asinsspiediens, mm/Hg
1	38	105	1,83	112	108	76	140	95
2	35	105	1,78	109	112	64	110	65
3	30	89	1,76	98	106	68	120	80
4	37	75	1,77	87	95	68	130	85
5	41	100	1,82	102	106	68	130	85
6	42	89	1,84	95	102	68	125	85
7	31	98	1,79	105	111	72	110	80
8	34	96	1,87	95	116	72	120	70
9	43	94	1,74	99	103	64	130	85
10	44	84	1,78	94	101	68	120	70
11	43	79	1,78	84	102	68	110	60
12	43	94	1,87	100	105	62	115	80
13	34	98	1,83	100	114	72	125	80
14	42	98	1,81	102	104	64	135	85
15	35	104	1,86	105	111	72	135	85
16	40	77	1,76	87	99	68	110	70
17	43	89	1,82	96	114	68	130	80
18	37	90	1,77	104	108	64	120	75
19	40	85	1,81	91	103	60	120	75
20	42	87	1,80	89	112	64	120	80
21	41	96	1,83	99	116	76	130	90
22	40	98	1,75	101	104	76	135	85
23	39	88	1,88	91	93	64	110	75
24	41	75	1,75	92	109	68	125	75
25	38	124	1,82	120	120	76	135	95
26	31	99	1,88	98	106	76	125	85
27	40	90	1,92	90	101	60	120	80
28	37	74	1,87	84	97	68	110	75
29	36	82	1,77	94	100	64	125	80
30	39	89	1,90	90	104	62	120	70

## 5. pielikums

No antropometriskajiem parametriem izteikto attiecību un indeksu vērtības sievietēm

Nr.p.k.	Viduklis/gurni	Viduklis/augums	KMI, kg/m <sup>2</sup>	KAI, %	ZBL/ABL
1	0,82	0,53	27,40	31,22	3,06
2	0,83	0,51	26,50	29,69	1,23
3	0,75	0,44	24,80	26,44	1,34
4	0,78	0,41	20,90	22,87	1,39
5	0,84	0,58	32,20	34,81	1,81
6	0,90	0,72	44,30	42,56	3,58
7	0,91	0,60	30,10	32,09	2,53
8	0,83	0,51	25,80	28,18	1,61
9	1,04	0,62	30,80	27,92	0,99
10	0,88	0,47	22,40	23,52	1,89
11	0,84	0,48	23,90	26,35	3,58
12	0,79	0,53	29,70	33,41	2,65
13	0,75	0,52	30,50	35,30	1,36
14	0,81	0,43	19,20	21,92	1,37
15	0,74	0,48	28,70	32,52	1,79
16	0,84	0,51	27,00	28,92	2,14
17	0,84	0,46	24,90	24,08	1,46
18	0,78	0,42	18,80	22,95	1,48
19	0,66	0,43	24,70	31,66	1,53
20	0,69	0,48	25,70	34,31	1,93
21	0,75	0,44	21,70	26,83	1,05
22	0,89	0,52	25,60	28,32	3,20
23	0,76	0,49	27,30	31,12	2,55
24	0,76	0,46	26,30	28,02	1,52
25	0,74	0,46	22,60	27,62	2,14
26	0,85	0,55	31,60	30,42	2,73
27	0,86	0,57	30,80	32,97	2,02
28	0,78	0,56	32,00	39,32	1,06
29	0,80	0,55	37,00	37,97	1,12
30	0,90	0,57	30,30	31,58	3,91

## 6. pielikums

No antropometriskajiem parametriem izteikto attiecību un indeksu vērtības vīriešiem

Nr.p.k.	Viduklis/gurni	Viduklis/augums	KMI, kg/m <sup>2</sup>	KAI, %	ZBL/ABL
1	1,04	0,61	31,40	25,63	3,22
2	0,97	0,61	33,10	29,16	2,28
3	0,92	0,56	28,70	27,40	3,97
4	0,92	0,49	23,90	22,34	2,55
5	0,96	0,56	30,20	25,17	4,82
6	0,93	0,52	26,30	22,87	1,91
7	0,95	0,59	30,60	28,35	2,42
8	0,82	0,51	27,50	27,36	1,96
9	0,96	0,57	31,00	26,88	2,06
10	0,93	0,53	26,50	24,53	1,45
11	0,82	0,47	24,90	24,95	2,76
12	0,95	0,53	26,90	23,06	3,11
13	0,88	0,55	30,00	28,05	3,32
14	0,98	0,56	30,00	24,71	2,80
15	0,95	0,56	30,10	25,76	1,91
16	0,88	0,49	24,90	24,40	1,37
17	0,84	0,53	26,90	28,43	3,39
18	0,96	0,59	28,70	27,86	1,98
19	0,88	0,50	24,90	24,30	2,70
20	0,79	0,49	26,90	28,38	2,65
21	0,85	0,54	28,70	28,86	3,35
22	0,97	0,58	32,00	26,92	2,54
23	0,98	0,48	24,90	18,08	1,69
24	0,84	0,53	24,50	29,08	3,07
25	1,00	0,66	37,40	30,87	4,92
26	0,92	0,52	28,00	23,12	2,95
27	0,89	0,47	24,40	19,96	2,57
28	0,87	0,45	21,20	19,93	0,49
29	0,94	0,53	26,20	24,47	2,39
30	0,87	0,47	24,70	21,71	1,83

## 7. pielikums

Noteiktie lipidogrammas parametri sievietēm

Nr.p.k.	KH, mmol/L	ABL, mmol/L	ZBL, mmol/L	Ne-ABL, mmol/L	TG, mmol/L	APO A1, mg/dL
1	5,27	1,21	3,70	4,06	1,06	132,53
2	3,73	1,59	1,95	2,14	0,48	146,82
3	5,54	2,20	2,95	3,34	0,58	168,34
4	5,16	2,00	2,77	3,16	0,62	152,43
5	6,18	2,10	3,80	4,08	0,95	177,16
6	5,89	1,22	4,37	4,67	1,41	N
7	3,78	0,89	2,25	2,89	1,96	118,57
8	3,79	1,14	1,83	2,65	1,79	134,29
9	6,24	2,92	2,88	3,32	1,18	210,67
10	4,87	1,57	2,97	3,30	0,82	158,45
11	7,15	1,55	5,55	5,60	0,62	141,41
12	6,43	1,59	4,22	4,84	1,85	156,08
13	4,97	1,92	2,62	3,05	1,33	N
14	4,24	1,66	2,28	2,58	0,58	153,88
15	6,38	2,09	3,75	4,29	1,06	N
16	5,50	1,62	3,47	3,88	0,95	N
17	5,63	2,13	3,11	3,50	0,58	174,75
18	5,05	1,77	2,62	3,28	0,95	262
19	5,97	2,23	3,42	3,74	0,81	173,45
20	6,61	2,29	4,42	4,32	1,18	177,08
21	5,10	2,20	2,32	2,90	0,88	195,45
22	6,87	1,52	4,86	5,35	1,14	182
23	4,63	1,20	3,06	3,43	0,81	132,66
24	6,50	2,49	3,78	4,01	0,87	195,94
25	4,79	1,42	3,04	3,37	1,00	125,91
26	5,06	1,27	3,47	3,79	1,94	127,76
27	6,57	1,97	3,97	4,60	1,20	169,5
28	5,10	2,10	2,23	3,00	0,80	N
29	5,08	2,29	2,57	2,79	0,40	N
30	6,65	1,01	3,95	5,64	2,56	N

## 8. pielikums

Noteiktie lipidogrammas parametri vīriešiem

Nr.p.k.	KH, mmol/L	ABL, mmol/L	ZBL, mmol/L	Ne-ABL, mmol/L	TG, mmol/L	APO A1, mg/dL
1	5,83	0,99	3,19	4,84	4,54	125,01
2	4,82	1,23	2,81	3,59	1,18	146,56
3	6,31	1,16	4,60	5,15	1,85	130,99
4	6,31	1,70	4,33	4,61	1,13	159,69
5	8,03	1,25	6,03	6,78	2,12	127,51
6	7,88	1,43	2,73	6,45	1,60	160,93
7	4,46	1,13	2,73	3,33	1,60	N
8	4,76	1,45	2,84	3,31	0,91	145,87
9	4,76	1,41	2,90	3,35	0,94	153,12
10	5,65	2,14	3,10	3,51	0,67	158,82
11	4,90	1,16	3,20	3,74	1,44	129,78
12	5,61	1,27	3,95	4,34	1,80	133,06
13	6,42	1,35	4,48	5,07	2,27	141,04
14	5,87	1,49	4,17	4,38	0,98	142,88
15	4,44	1,29	2,46	3,15	2,17	144,17
16	5,33	2,06	2,83	3,27	1,16	140,97
17	6,37	1,40	4,74	4,97	1,46	145,15
18	4,47	1,24	2,46	3,23	1,32	118,75
19	5,79	1,38	3,72	4,41	1,13	149,69
20	6,06	1,42	3,77	4,64	1,93	161,95
21	5,54	1,16	3,89	4,38	1,14	128,27
22	5,79	0,87	2,21	4,92	3,90	133,00
23	4,44	1,55	2,62	2,89	1,03	141,45
24	6,78	1,38	4,24	5,4	2,66	155,76
25	6,00	0,93	4,58	5,07	1,81	113,72
26	5,06	1,05	3,10	4,01	1,67	128,43
27	5,52	1,41	3,62	4,11	0,85	142,07
28	3,33	1,32	0,65	2,01	1,42	142,22
29	4,99	1,42	3,40	3,57	0,71	127,43
30	3,94	1,31	2,40	2,63	0,45	125,44

Bakalaura darbs „Datortomogrāfiski noteikta intraabdominālo taukaudu tilpuma, antropometrisko un plazmas bioķīmisko parametru korelatīva izpēte pieaugušiem, praktiski veseliem cilvēkiem”  
izstrādāts LU Eksperimentālās un klīniskās medicīnas institūtā.

Ar savu parakstu apliecinu, ka pētījums veikts patstāvīgi, izmantoti tikai tajā norādītie informācijas avoti un iesniegtā darba elektroniskā kopija atbilst izdrukai.

Autors: Agnese Sikсна

07.06.2013.

Rekomendēju darbu aizstāvēšanai

Vadītājs: Maģ. biol. Gita Krieviņa

07.06.2013.

Recenzents:

Maģ. biol., lektore Kamita Eglīte

Darbs iesniegts Cilvēka un dzīvnieku fizioloģijas katedrā 07.06.2013.

Darbs aizstāvēts bakalaura gala pārbaudījuma komisijas sēdē

11.06.2013. prot. Nr. \_\_\_\_, vērtējums \_\_\_\_\_

Komisijas sekretārs: